



Fakulta  
strojn<sup>í</sup>  
Technická univerzita v Liberci

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojn<sup>í</sup>

Katedra částí a mechanismů strojů

**Studijní program: N2301 - Strojní inženýrství**

Obor: 3909T010 - Inovační inženýrství

Zaměření: Inovace výroby

**Inovace systému dorazů zadního víka automobilu Škoda**

**The Innovation of the tail gate adjusting buffer system by Škoda vehicle**

Jméno autora: Josef Karásek

Vedoucí DP: prof. Ing. Lubomír Pešík, CSc. - TU Liberec

Konzultanti DP: Zdeněk Franc - ŠkodaAuto a.s.

Ing. Jan Kouřil - ŠkodaAuto a.s.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 57

Počet obrázků: 38

Datum: 3. června 2009



Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení      **Josef K A R Á S E K**

obor      **Inovační Inženýrství**

zaměření      **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

### **Inovace systému dorazů zadního víka automobilu Škoda**

#### **Zásady pro vypracování:**

1. Seznamte se současným řešením dorazů zadního víka automobilů Škoda a tento stav popište.
2. Porovnejte systém dorazů zadního víka automobilu Škoda a konkurenčních vozů.
3. Definujte inovační příležitosti a inovační záměr.
4. Popište funkci systému dorazů na základě dynamické analýzy na zjednodušeném mechanickém modelu závěsu zadního víka.
5. Proveďte konstrukční návrhy na základě principů DFX.
6. Ověřte funkci a vlastnosti nejlepšího návrhu.



## ANOTACE

### Technická univerzita v Liberci

FAKULTA:	Strojní
KATEDRA:	Částí a mechanismů strojů
STUDIJNÍ PROGRAM:	N2301 – Strojní inženýrství
OBOR:	3909T010 – Inovační inženýrství
ZAMĚŘENÍ:	Inovace výrobků
JMÉNO:	Josef Karásek
TÉMA:	Inovace systému dorazů zadního víka automobilu Škoda.
VEDOUCÍ DP:	prof. Ing. Lubomír Pešík, CSc.
KONZULTANTI:	Zdeněk Franc – Škoda Auto a.s. Ing. Jan Kouřil – Škoda Auto a.s.

Tato diplomová práce je zaměřena na inovaci systému dorazu zadního víka automobilu Škoda. Zabývá se principy a konstrukčním provedením jednotlivých dílů, zlepšením funkce a zjednodušením montáže. Jsou zde navrženy nové systémy dorazů. Zkoušky inovovaného systému byly provedeny na prototypových vozech.

Inovační proces probíhal ve vývojovém oddělení akciové společnosti Škoda Auto v rámci vývoje vozu Superb Combi.



## Annotation

### Technická univerzita v Liberci

FACULTY:	Mechanical
DEPARTMENT:	Of sections and mechanism of machines
FIELD OF STUDY:	N2301 – Engineering
BRANCH:	3909T010 – Innovative engineering science
SPECIALIZATION:	Products innovation
NAME:	Josef Karásek
THEME:	The Innovation of the tail gate adjusting buffer system by Škoda vehicle
SUPERVISOR:	prof. Ing. Lubomír Pešík, CSc.
CONSULTANTS:	Zdeněk Franc – Škoda Auto a.s. Ing. Jan Kouřil – Škoda Auto a.s.

The thesis deals with the tail gate adjusting buffer system's innovation by Skoda Auto vehicles. It concerns the principles and design of particular components, functional improvements and an assembly simplification. There are new systems of the tail gate buffers designed in this project. The innovated system was tested within the prototypes.

The innovation was done within the development of the Superb Combi in the development department of the Škoda Auto Company.



## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má po odsouhlasení společnost Škoda Auto a.s. právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL a společnosti Škoda Auto a.s., kteří mají právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci 3. června 2009

.....

Josef Karásek

## Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a pod vedením vedoucího a konzultanta.“

V Liberci 3. června 2009

.....

Josef Karásek



## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Lubomíru Pešíkovi, CSc. za odborné vedení, připomínky a konzultace dynamické analýzy. Dále musím vyjádřit poděkování konzultantům mé práce p. Zdeňku Francovi a Ing. Janu Kouřilovi za odborné konzultace a respektování časové náročnosti mého studia. Podporou při práci mi byla skupina zkoušek ve vývojovém oddělení Škoda Auto pod vedením Ing. Kamila Žanty. Tímto jim děkuji za provedení zkoušek dorazů mimo rozsah běžné práce. Zvláštní poděkování náleží mojí rodině, zejména manželce za podporu během mého celého studia.

## **OBSAH**

<b>POUŽITÉ OZNAČENÍ .....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>11</b>
<b>2 POPIS SYSTÉMU DORAZŮ ZADNÍHO VÍKA VOZŮ ŠKODA .....</b>	<b>11</b>
2.1. UMÍSTĚNÍ DORAZŮ .....	12
2.2. DORAZ ČELNÍ .....	12
2.2.1. <i>Opěrný díl dorazu čelního</i> .....	13
2.2.2. <i>Seřizovatelný díl dorazu čelního</i> .....	13
2.3. BOČNÍ DORAZ KLÍNOVÝ .....	15
2.3.1. <i>Opěrný díl bočního dorazu</i> .....	15
2.3.2. <i>Seřizovatelný díl bočního dorazu</i> .....	16
<b>3 HODNOCENÍ SYSTÉMU DORAZŮ AUTOMOBILŮ ŠKODA .....</b>	<b>17</b>
3.1. SILNÉ STRÁNKY .....	17
3.2. SLABÉ STRÁNKY .....	17
<b>4 POPIS SYSTÉMU DORAZŮ OSTATNÍCH VOZŮ .....</b>	<b>17</b>
4.1. ČELNÍ DORAZ .....	18
4.2. ČELNÍ A BOČNÍ DORAZ .....	19
4.3. BOČNÍ DORAZ .....	20
4.4. ŽÁDNÝ DORAZ .....	21
<b>5 POROVNÁNÍ SYSTÉMU DORAZŮ AUTOMOBILŮ ŠKODA S OSTATNÍMI VOZY .....</b>	<b>22</b>
<b>6 DYNAMICKÁ ANALÝZA SOUSTAVY ZADNÍHO VÍKA .....</b>	<b>24</b>
6.1. MECHANICKÝ MODEL A DYNAMICKÉ PARAMETRY SOUSTAVY ZADNÍHO VÍKA .....	25
6.2. POHYBOVÉ ROVNICE A JEJICH ŘEŠENÍ .....	30
6.3. NAMÁHÁNÍ ČELNÍHO DORAZU VYVOLANÉ JÍZDOU VOZU .....	34
<b>7 INOVAČNÍ PŘÍLEŽITOSTI .....</b>	<b>35</b>
<b>8 INOVAČNÍ ZÁMĚR .....</b>	<b>36</b>
8.1. <i>TECHNICKÉ POŽADAVKY</i> .....	36
<b>9 TERMÍNOVÝ PLÁN .....</b>	<b>37</b>
<b>10 KONSTRUKČNÍ NÁVRHY .....</b>	<b>38</b>
10.1. METODA DFX .....	38
10.1.1. <i>Doraz klínový kombinovaný s excentrickým</i> .....	39
10.1.2. <i>Hodnocení dorazu klínového kombinovaného s excentrickým</i> .....	40
10.2.1. <i>Doraz klínový kombinovaný s posuvným</i> .....	41
10.2.2. <i>Hodnocení dorazu klínového kombinovaného s posuvným</i> .....	42
10.3.1. <i>Doraz dvojité klínovitý</i> .....	42
10.3.2. <i>Hodnocení dorazu dvojitého klínovitého</i> .....	43
10.4.1. <i>Doraz čelní s částečnou boční opěrou</i> .....	44



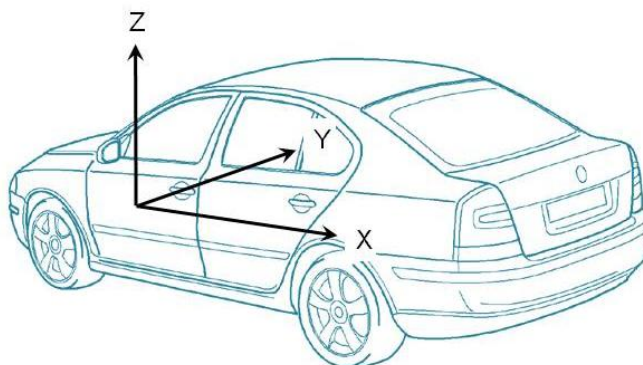
10.4.2.	<i>Hodnocení dorazu čelního s částečnou boční opěrou</i>	45
10.5.1.	<i>Doraz posuvný s tvarovou dosedací plochou</i>	45
10.5.2.	<i>Hodnocení dorazu posuvného s tvarovou plochou</i>	46
10.6.1.	<i>Doraz kombinovaný posuvný</i>	46
10.6.2.	<i>Hodnocení dorazu kombinovaného posuvného</i>	47
11	<b>VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY</b>	48
12	<b>OVĚŘENÍ KONSTRUKCE</b>	50
12.1.	<b>FMEA</b>	50
12.2.	<b>ZKOUŠKA ŽIVOTNOSTI</b>	51
12.3.	<b>ZKOUŠKA PEVNOSTI</b>	53
12.4.	<b>TLUMENÍ VIBRACÍ</b>	54
12.5.	<b>JÍZDNÍ ZKOUŠKY</b>	55
13	<b>ZMĚNA INOVOVANÉHO DÍLU</b>	56
14	<b>ZÁVĚR</b>	57



## Použité označení

Souřadný systém vozu

jedná se o smluvní polohu pravoúhlého souřadného systému. Střed je umístěn v ose přední nápravy automobilu uprostřed vozu



$F_1$	[ N ]	Síla v otevřené plynové podpěře
$F_0$	[ N ]	Síla obsluhy víka působící na zavření
$F_p$	[ N ]	Síla plynové podpěry působící na zadní víko
$F_{tp}$	[ N ]	Síla těsnění potřebná na stlačení
$F_{tt}$	[ N ]	Síla těsnění tlumící
$F_n$	[ N ]	Síla působící na čelní doraz
$G$	[ N ]	Gravitační síla
$M_p$	[ Nm ]	Moment na víku vyvolaný plynovou podpěrrou
$M_g$	[ Nm ]	Moment na víku vyvolaný gravitací
$\varphi$	[ °; rad ]	Úhel otevření zadního víka
$\gamma$	[ °; rad ]	Úhel mezi plynovou podpěrrou a zadním víkem
$\beta$	[ °; rad ]	Pomocný úhel plynové podpěry ke svislici
$\square$	[ °; rad ]	Úhel natočení dolní hrany zadního víka při torzi
$\omega$	[ rads <sup>-1</sup> ]	Úhlová rychlost
$\varepsilon$	[ rads <sup>-2</sup> ]	Úhlové zrychlení
$J_0$	[ Nm <sup>2</sup> ]	Moment setrvačnosti k ose závěsu zadního víka
$k$	[ N ]	Tuhost těsnění
$b$	[ Nsm <sup>-1</sup> ]	Součinitel lineárního tlumení těsnění
$T$	[ Nm/° ]	Vypočítaná torzní tuhost zadního víka



$l$	[ m ]	Vzdálenost upevnění dorazů od roviny XZ
$l_t$	[ m ]	Vzdálenost těžiště zadního víka od osy otáčení
$l_b$	[ m ]	Vzdálenost působíště síly podpěry od osy otáčení
$l_0$	[ m ]	Vzdálenost působíště síly obsluhy od osy otáčení
$l_c$	[ m ]	Vzdálenost dolní hrany víka od osy otáčení
$l_p$	[ m ]	Délka plynové podpěry v závislosti na úhlu otevření
$l_{pv}$	[ m ]	Délka plynové podpěry ve vysunutém stavu
$l_{pz}$	[ m ]	Délka plynové podpěry v zasunutém stavu
$l_{ax}$	[ m ]	Vzdálenost čepu podpěry na karosérii od osy otáčení ve směru X
$l_{ay}$	[ m ]	Vzdálenost čepu podpěry na karosérii od osy otáčení ve směru Y
H	[ m ]	Výchylka čelního dorazu ve směru X

## Úvod

Požadavky na automobily se v poslední době zvyšují. Nyní jsou na zadní víko kladeny mimo jiné vysoké požadavky na snížení hluku při jízdě a zlepšení komfortu při jeho otevírání a zavírání.

Ke snížení aerodynamického hluku přispívají stále se zmenšující spáry mezi víkem a okolními díly karosérie. Z tohoto důvodu je potřeba, aby pohyb víka při jízdě byl co nejvíce omezen. Při procesu zavírání zadního víka vyvolává zapadnutí zámku hluk. Přebytkovou kinetickou energii při zavírání a kmitavé pohyby zadního víka při jízdě pomáhají zachytit dorazy. Dorazy víka jsou na automobilech Škoda používány v téměř nezměněné podobě již více než 12 let. Jejich nasazení na některé nové vozy sebou přináší problémy s jejich vhodným umístěním.

Z důvodu vyšších nároků na dorazy a zástavbový prostor dílů v karosérii je vyvolána inovace stávajícího systému dorazů.

## 1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je inovace systému dorazu zadního víka automobilu Škoda. Popsat systém používaný v současnosti z pohledu tvaru, počtu dílů, funkce jednotlivých dílů, zatěžovacích stavů, postupu montáže a seřízení. Popsaný současný systém porovnat s řešením použitým na jiných vozech. Vytvořit mechanický model a popsat dynamické parametry zadního víka. Na základě poznatků definovat inovační příležitosti pro nový systém. Navrhnout několik řešení principů dorazů. Z navržených variant vybrat jednu splňující co možná nejlépe inovační požadavky a tu následně zkonstruovat, vyrobit a prověřit její funkci a pevnost.

## 2 Popis systému dorazů zadního víka vozů Škoda

Zadní víka automobilů jsou vybavena dorazy z důvodů redukce sil působících při zavírání víka a sil vyvolaných jízdním namáháním karosérie. Počet, umístění a provedení dorazů je odlišné. Použití systému dorazů závisí především na značce a třídě vozu, rozměrech a tuhosti zadního víka a karosérie, přesnosti výroby, velikosti spár mezi díly a hlukových požadavcích.

## 2.1. Umístění dorazů

Automobily značky Škoda používají na zadním víku systém složený z čelního a bočního klínového dorazu (obr. 2.1.). Oba typy dorazů jsou na víku nasazeny vždy po dvou kusech umístěných symetricky na levé a pravé straně. Oba dorazy jsou montovány a seřizovány samostatně. Každý z těchto dorazů je složen ze dvou částí.

V současné době se projevuje trend nabídnout zákazníkovi možnost automatického otevírání a zavírání zadního víka. Během automatického zavírání víko lehce dojede na zámek, a tedy nedochází v závěrečné fázi k prudkému zabouchnutí víka. Nájezd zámku popř. zámek jsou během procesu zavírání vysunuty, aby se při zajištění zámku nemusel překonávat odpor těsnění a vzduchu. Po zapadnutí zámku je zadní víko dotaženo do nominální polohy pomocí elektrického přitahovače. Elektrický přitahovač zámku víka nebývá vlivem pohybujících se dílů zcela pevný a umožní určitý pohyb. Tato vlastnost působí negativně na namáhání dorazů při jízdě. Při tomto provedení víka jsou použity shodné systémy dorazů jako při manuálním otevírání a zavírání.



Obr.2.1 Rozmístění dorazů na zadním víku Octavia II Combi

## 2.2. Doraz čelní

Doraz čelní zachycuje síly působící ve směru pohybu zadního víka při zavírání tj. ve směru osy X souřadného systému vozu. Doraz čelní bývá obvykle umístěn v dolním rohu víka před těsnicí plochou. Z důvodu zatékání vody a pronikání prachu musí být řešeno jeho utěsnění.

Doraz zabraňuje propružení víka při prudkém zavření a tím jeho kolizi s okolními díly. Významně ovlivňuje kmitání víka při jízdě. Je často využíván k nastavení požadované návaznosti víka na okolní díly.

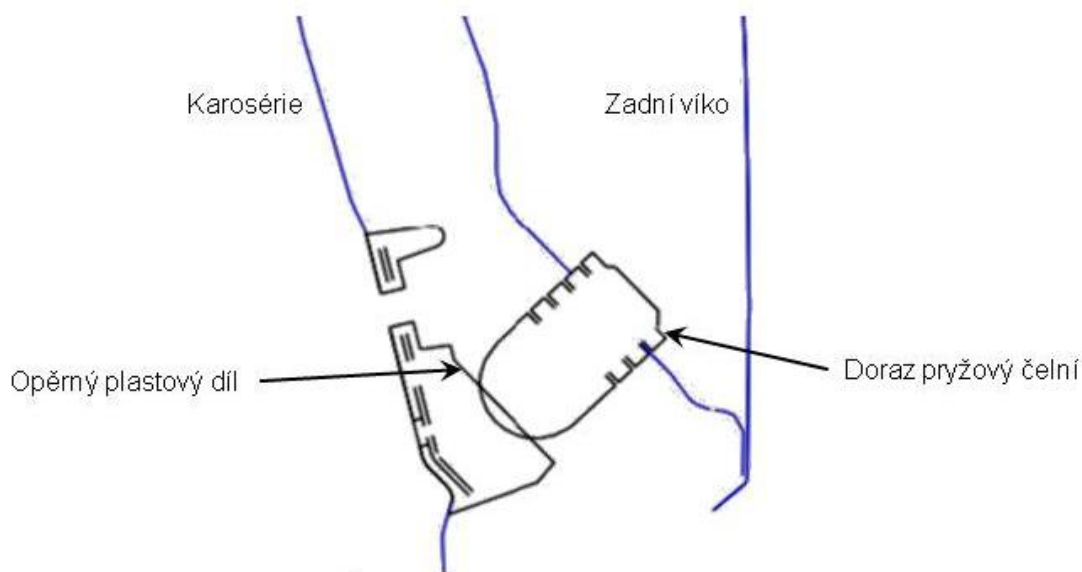
Doraz je složen ze dvou částí – opěrného a seřizovacího dílu.

### 2.2.1. Opěrný díl dorazu čelního

Opěrný díl vytváří plochu, na kterou dosedá druhá část dorazu a tím zabraňuje odření laku v místě kontaktu seřizovatelné části dorazu s karoserií. Díl tvoří standardně antiabrazivní fólie Ø 18 mm, která je nalepena na plechu karosérii (např. vozy Octavia, Fabia).

V případě, že seřizovatelná část dorazu dosedá na plastový díl, vytvoří se vhodná opěrná plocha na tomto plastovém díle a fólie se nepoužije (např. Superb).

Na voze Fabia I Combi a sedan je místo fólie použit plastový opěrný díl z důvodu problémové vyrobitelnosti plechového dílu karosérie (obr. 2.2).



Obr. 2.2 Řez přes čelní doraz vozu Fabia I Combi

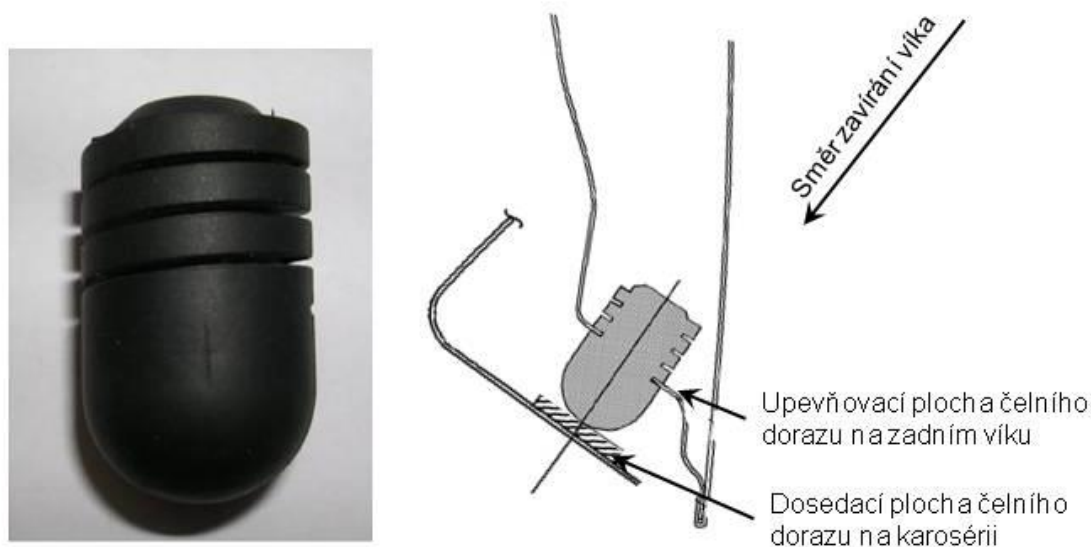
### 2.2.2. Seřizovatelný díl dorazu čelního

Seřizovatelná část dorazu je obvykle upevněna v oblasti dolního rohu na vnitřním plechu zadního víka. Na vozech Škoda jsou používány dva druhy čelních dorazů. Prvním a přednostně používaným dorazem je doraz pryžový čelní, druhým, méně často nasazeným dorazem je doraz bajonetový převzatý z vozů VW. Oba

dorazy mají upevňovací plochu paralelní s dosedací. V místě kontaktu obou částí dorazů je dosedací plocha kolmá na směr zavírání víka. Rozměr potřebné upevňovací plochy je pro oba typy shodný. Dorazy se odlišují v nominální délce, způsobu montáže a seřízení, počtu dílů a ceně dílu.

**Doraz pryžový čelní** (Obr. 2.3) je zašroubován ve vylisovaném závitu ve vnitřním plechu víka. Otočením se vymezuje výrobní tolerance. Těsnost dílu je řešena tvarem, polohou závitů a namáčením dorazu před namontováním do vosku. I po uvedených opatřeních není zaručena těsnost dílu vůči zadnímu víku.

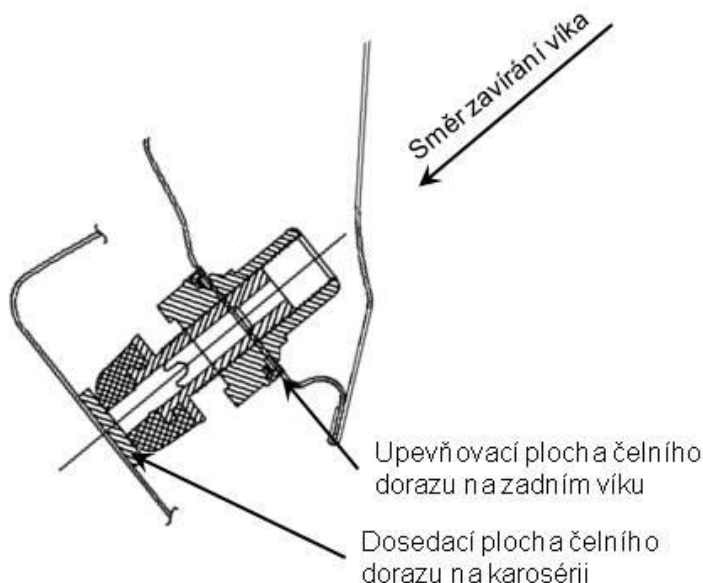
Doraz umožňuje seřízení  $\pm 5$  mm. Je použit na vozech Fabia I hatchback, combi a sedan, Octavia I liftback a Combi, Octavia II liftback, Roomster, Superb II.



Obr.2.3 Doraz pryžový čelní, řez přes čelní doraz vozu Octavia II liftback

**Doraz bajonetový** (Obr. 2.4) je otočením připevněn do tvarového otvoru na rovné ploše ve vnitřním plechu víka. Součástí dílu je těsnění, které dostatečně utěsní doraz vůči pronikání vody do víka.

Možné funkční seřízení je v rozmezí  $\pm 5$  mm. Nastavení optimální vysunutí délky se provede pomalým zavřením zadního víka. Po následném otevření se pomocí rozpínacího šroubu provede fixace nastavené polohy dorazu. Tento doraz je použit na vozech Superb I, Fabia II liftback a Combi, Octavia II Combi.



Obr.2.4 Doraz bajonetový, řez přes čelní doraz vozu Octavia II Combi

## 2.3. Boční doraz klínový

Doraz boční klínový eliminuje pohyb víka ve směru osy Y souřadného systému vozu. Je ve funkci při torzy vozu, zabraňuje možné kolizi víka s postranicí. Omezuje kmitání víka při jízdě, což má přímý vliv na vznik hluků. Je využíván na nastavení rovnoměrné boční spáru mezi víkem a postranicí, což se ale projeví zvýšeným opotřebením pryžové části.

Doraz bývá obvykle umístěn na boku těsnícího kanálu nad zadním skupinovým světlem. Pro správnou funkci je potřeba, aby díl byl umístěn v co největší vzdálenosti od závěsů víka.

Doraz nastavovací je také složen ze dvou částí. Díly jsou upevněny na bok těsnícího kanálu a na bok vnitřního plechu zadního víka. Dosedací plochy obou částí jsou navzájem odkloněny o  $11,3^\circ$ . Tento doraz je použit na vozech Škoda Fabia I sedan, hatchback a combi, Octavia I liftback a combi, Octavia II liftback a combi, Roomster, Superb II.

### 2.3.1. Opěrný díl bočního dorazu

Má za úkol vytvořit vhodnou plochu pro opření klínovitého protikusu. Opěrný díl dorazu je tvořen pryží nastříknutou na plechovém nosiči (obr. 2.5). Opěrnou část dorazu nelze seřídít. Díl je připevněn pomocí jednoho šroubu M6 na boční plochu vnitřního plechu zadního víka. Otočení dorazu kolem osy šroubu zabraňují dva



výstupky, které zapadají do otvorů ve vnitřním plechu. Pronikání vody do zadního víka zabraňuje obvodový těsnicí břit vytvořený z pryže.



Obr.2.5 Opěrná část dorazu bočního klínového

### 2.3.2. Seřizovatelný díl bočního dorazu

Seřizovatelný díl dorazu je tvořen ze základového dílu, v kterém se pohybuje posuvný díl ve tvaru klínu, který umožňuje vymezení tolerancí (obr. 2.6.). Doraz je připevněn na bok těsnicího kanálu pomocí třech šroubů M6. Dvěma šrouby je přišroubován nosný díl. Posuvný člen je po nastavení potřebné vzdálenosti upevněn jedním šroubem. Možný posun klínu ve směru Z je  $\pm 2,8$  mm, což znamená funkční seřízení ve směru Y  $\pm 0,5$  mm. Upevňovací šrouby dosedají na kovová pouzdra, které procházejí přes celý plastový díl. Toto řešení zabraňuje poklesu utahovacího momentu. Materiál plastových částí je POM.



Obr.2.6 Seřizovatelná část bočního dorazu



### 3 Hodnocení systému dorazů automobilů Škoda

Po více než 12 letech používání systému dorazů na zadním víku, se nahromadilo dostatek podnětů k vytvoření si názoru na jeho pozitivní a negativní hodnocení. Vlastnosti, které byly před 12 lety vyhovující, se z pohledu dnešních požadavků jeví již jako nedostačující.

#### 3.1. Silné stránky

- nízká cena dorazu pryžového čelního
- zaběhnutý systém montáže a seřízení již více než 12 let
- spolehlivost

#### 3.2. Slabé stránky

- doraz pryžový čelní není těsný
- velký počet dílů
- malý rozsah seřízení klínového dorazu ve směru Y
- náročnost čelního dorazu na prostor v dolním rohu zadního víka

### 4 Popis systému dorazů ostatních vozů

Systematickým sledování ostatních vozů byl získán přehled o způsobu, jakým jsou řešeny dorazy zadního víka. Aktuální stav je sledován zejména na automobilových výstavách, u prodejců automobilů popřípadě na vozech analyzovaných firmou Škoda. Pro porovnání jsou vybírány vozy u nás běžně provozované a s tvarem zadních vík podobným víkům vozů Škoda.

Téměř všechny sledované automobily mají jeden nebo dva symetricky umístěné dorazy na zadním víku. Jednotlivé značky používají obvykle shodný systém dorazů na všech svých vozech.

Na sledovaných vozech jsou použity čtyři základní systémy dorazů zadního víka: čelní doraz

čelní a boční doraz

boční doraz

bez dorazu

## 4.1. Čelní doraz

V případě, že na víku je použit pouze jeden doraz, jde ve většině případů o čelní doraz působící ve směru zavírání. Čelní doraz bývá umístěn na dolní hraně nebo na boku v těsnícím kanále na úrovni dolní hrany skla. Tyto dorazy jsou obvykle seřizovatelné, bývají provedeny obvykle pouze z pryže (obr. 4.1 a 4.2).

V případě pevných dorazů je jejich pryžová dosedací plocha dostatečně pružná, tak aby mohla pojmout určité výrobní odchylky.

Jeden nebo dva symetricky umístěné dosedací dorazy působící ve směru osy X používají značky Citroen, VW, Honda, Chevrolet, Nissan, Opel, Peugeot, Seat, Fiat (kromě vozu Multipla), Hyundai (kromě vozu Matrix), Audi (kromě A5), Mazda (kromě vozu Mazda 6 liftback), Ford Fiesta, Focus a Mondeo, Kia Ceed, Soul, Rio, Magentis a Renault Megane, Clio, Laguna Coupe.



Pevný čelní doraz v dolním rohu

Seřizovatelný čelní doraz ve střední oblasti

Obr. 4.1 Hyundai i30



Seřizovatelný čelní doraz v dolním rohu  
Honda Jazz

Seřizovatelný doraz ve střední oblasti  
VW Touareg

Obr. 4.2

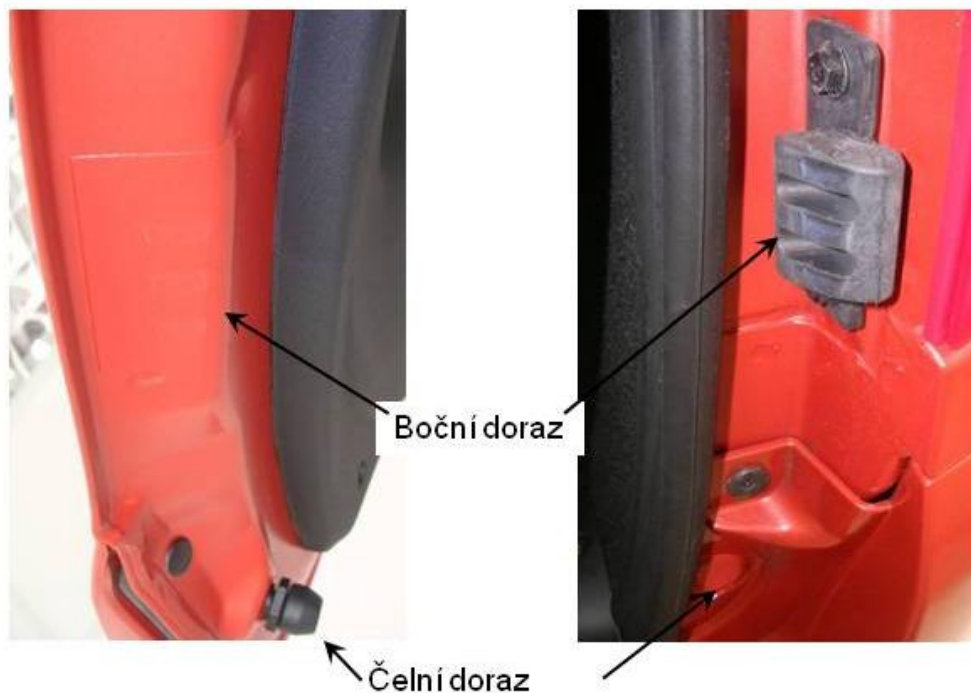
## 4.2. Čelní a boční doraz

Boční dorazy nejsou standardem na všech vozech. Především u rozměrných, provozem více namáhaných zadních vík nebo také u dražších vozů se v poslední době stále více rozšiřuje použití dorazů ve směru osy X a Y.

V případě, že na sledovaných vozech byly nasazeny boční a čelní dorazy, byly použity boční dorazy pouze pevné a dosedací dorazy pevné nebo stavitelné. Na některých vozech je použit kombinovaný doraz sdružující funkci čelního a bočního dorazu. Pouze automobily značky Škoda používají na zadním víku čelní a boční dorazy s možností seřízení.

U pevných bočních dorazů je vzájemná poloha obou částí dána polohou jejich dosedacích ploch. Toto na pohled jednoduché řešení nese riziko nedosednutí nebo velkého předpětí dorazu s opěrnou plochou. Nedosednutí má za následek omezenou funkci dorazu. Případné velké předpětí dorazu znamená zvýšené opotřebení kontaktních ploch. U pevných dorazů je riziko dodatečné úpravy upevňovací plochy v již hotovém lisovacím nářadí, tak aby vzdálenost dosedacích ploch odpovídala potřebné vzdálenosti.

Ze sledovaných vozů mají čelní dorazy ve směru osy X spolu s pevnými dorazy ve směru Y následující automobily: VW Tuareg, Porsche Cayanne, BMW X5, Renault Laguna, Ford Kuga, Nissan Murano, Opel Antara, Fiat Multipla (Obr. 4.3),



Obr. 4.3 Fiat Multipla

Hyundai Matrix, Mitsubishi Lancer, Kia Picanto a Sportage.

Kombinovaný doraz zachycující síly ve směru X a Y je nasazený na zadním víku těchto vozů: Mazda 6 liftback (Obr. 4.4), Kia Carnival a Ceed sw, Ssangyong Actyon, Land Rover Discovery 3, Jaguar X type Combi, Mercedes R 320, Ford Focus hatchback, S-max a Fusion.



Seřizovatelná část kombinovaného  
dorazu na víku



Opěrná část kombinovaného  
dorazu karosérie

Obr. 4.4 Mazda 6 liftback

### 4.3. Boční doraz

Automobily bez čelního dorazu pouze s dorazem bočním na zadním víku tvoří malou skupinu. Kontaktní plochy těchto bočních dorazů bývají klínovité, nakloněny částečně i do směru zavírání - do směru osy X (obr. 4.5 a obr. 4.6).



Opěrná část bočního  
dorazu na víku



Seřizovatelná část bočního  
dorazu na karosérii

Obr. 4.5 Renault Laguna Combi



Vozy, které mají pouze boční opěru ve směru Y bez možnosti nastavení, byly nalezeny následující – Ford Tourneo Connect, Fiat Scudo, Audi A5, Saab 95, Hyundai Tucson, Kia Carens, Renault Laguna Combi, Subaru Forester, Toyota Prius. Seřizovatelný boční doraz je na voze Renault Kangoo. Kromě Audi A5 se jedná o rozměrná zadní víka.



Opěrná část bočního  
dorazu na víku



Seřizovatelná část bočního  
dorazu na karosérii

Obr. 4.6 Renault Kangoo

#### 4.4. Žádný doraz

Zadní víko bez jakéhokoliv dorazu je na voze Saab 93x a Renault Thalie.

Vůz Saab 93x je v provedení Combi. Na boku zadního víka má navíc těsnění ve spáře mezi víkem a karosérií, které pomáhá eliminovat pronikání hluku a také zlepšuje odolnost proti zatékání vody. Těsnění má obecně významný vliv na kmitání víka za jízdy.

Vůz Renault Thalie je v provedení sedan. Zadní víko je jednoduché, zavírací rychlosti víka jsou menší.

## 5 Porovnání systému dorazů automobilů Škoda s ostatními vozy

Jak bylo popsáno v předcházející kapitole, je používání seřizovatelného čelního a seřizovatelného bočního dorazu na většině vozů Škoda v porovnání s konkurencí výjimečnou záležitostí. Vyšší cenu nastavitelných dorazů vyvažuje možnost i přes výrobní odchylky nastavit dosedací plochy dorazů na požadovaný kontakt. Hlavními přínosy bočních dorazů je vyloučení kolize víka s karosérií v bočním směru a snížení kmitání víka. Důvody pro použití těchto dorazů jsou opětovně měření ověřovány na každém novém voze. Například je možné uvést porovnání měření kmitání zadního víka Octavia Combi, kdy použitím bočních dorazů došlo ke snížení kmitání 25 %.

**Čelní doraz** bývá umístěn v dolním rohu víka nebo na boku mezi zadním skupinovým světlem a dolní hranou skla. Na víku bývají umístěné 2-4 dorazy.

Nejen na vozech Škoda ale i na většině ostatních vozů jsou čelní dorazy upevněné v dolním rohu víka. Tato poloha je optimální pro zachycení propružení víka při jeho zavření a rovněž je výhodná pro omezení kmitání víka.

Některé vozy (např. VW nebo také Škoda Fabia II) mají tento doraz umístěn na boku mezi zadním skupinovým světlem a dolní hranou skla. V případě této polohy není použit boční doraz. Propružení dolní hrany víka při zavření zachycuje konstrukční tuhost víka, těsnění a zámek. Kmitání víka za jízdy je možné omezit větším předpětím dosedacího dorazu, což ale přináší zvětšení zavírací rychlosti a určitou deformaci víka, která se projeví změnou lícování víka na okolní díly.

V případě umístění dorazů v dolním rohu víka jsou dorazy obvykle vyrobeny pouze z pryže a opěrná plocha je tvořena folií nebo přímo na plastovém krytu nárazníku. Při umístění dorazů na boční plochu víka nebo pro dosažení požadované vzdálenosti dosedacích ploch bývají dorazy provedeny z více dílů. Opěrná plocha bývá z plastového dílu.

**Boční doraz společně s čelním dorazem** na víku ostatních vozů bývá umístěn na shodných místech jako u vozů Škoda. Čelní doraz bývá v dolním rohu a boční doraz na boku mezi zadním sklem a zadním skupinovým světlem.

V jednodušším případě bývá provedení bočního dorazu pouze z pryže bez možnosti seřizování. Tvarování a tuhost pryže dorazu musí zajistit, aby víko při

dosedu na doraz vytvořilo potřebné předpětí. Dosedací plocha na víku je tvořena fólií nebo je lak bez ochrany.

Málo používanou variantou je boční doraz, který není ve stálém kontaktu s opěrnou plochou (Porsche Cayanne, VW Tuareg). Jedná se o kombinovaný doraz, který má především funkci čelního dorazu. Mezi dorazem a boční opěrou je v nominálním stavu malá mezera. Tato definovaná vůle má zabránit kolizi dorazu v bočním směru při zavírání a zároveň je omezeno extrémní kmitání víka do bočního směru.

Seřizovatelný boční doraz při použití čelního dorazu je použit kromě automobilů Škoda pouze u vozů Land Rover Discovery 3 a Mazda 6 liftback. Provedení bočního dorazu Land Rover Discovery 3 je v principu podobné provedení bočního klínového dorazu Škoda. Mazda 6 má boční doraz také ve tvaru klínu, ale kontaktní díl je pohyblivý a jeho nastavení se automaticky provádí při každém zavření víka.

**Boční doraz** bez použití čelního dorazu není často používané řešení. V tomto případě je velké riziko propružení víka při jeho zavření. Zavírací energii musí v tomto případě zachytit více zámek.

Fungování bočního dorazu také do směru X částečně zajišťuje obvyklý klínovitý tvar dílu. Na zachycení zavírací síly má vliv úhel klínovitého dílu a také poloha dorazu. Dorazy jsou připevněny na boku víka v dolní části. Boční dorazy nejsou seřiditelné (kromě Renault Kangoo), což klade velké nároky na rozměrovost a vzájemné slícování dílů karosérie. Provedení dorazu Kangoo je podobné klínovému dorazu Škoda. Má však větší úhel kontaktní plochy vůči dosedací ploše dorazu na karosérii, což umožňuje větší rozsah seřízení než má boční doraz Škoda.

**Bez dorazu** jsou pouze zadní víka automobilů Saab 93x a Renault Thalie.

Zavírací energii a vibrace víka při jízdě zachycuje u vozu Saab 93x zámek, obvodové těsnění víka a navíc boční spárové těsnění. S tímto řešením je zde riziko spojené s poklesem tuhosti těsnění po čase užívání vozu.

Víko Renaultu Thalie je provedeno s důrazem na jednoduchost a cenu, bez velkých nároku na tlumení hluku a vibrací. Vibrace víka jsou tlumeny pouze těsněním. U zadních vík typu sedan se nedosahuje velkých zavíracích rychlostí a i hmotnost víka je menší.

Následky spojené s pohybem víka v průběhu zavírání a kmitáním víka během provozu nemusí být ihned patrné. K propružení víka a následnému kontaktu může dojít již při špatně seřízeném dosedacím dorazu. Kolizi není obvykle možné zaznamenat pouhým okem, ale po čase se projeví jako poškození některého dílu vozu.

Kmitání zadního víka při jízdě nevidíme, ale zvláště při jízdě po větších nerovnostech můžeme slyšet. Kmitavé pohyby se mohou navíc časem projevit na těsnicí ploše víka. Na opotřebení těsnicí plochy víka má vliv také provedení těsnění - tvrdost pryže, tuhost profilu a lakování povrchu těsnění. Těsnění může lak víka prodřít až na kov (obr. 5.1) nebo jej očernit.



Obr. 5.1 Ukázka prodření laku na dolní hraně zadního víka

## 6 Dynamická analýza soustavy zadního víka

Pro další řešení problematiky dorazů zadního víka, je třeba se seznámit se zatěžovacími stavy působících na systém dorazů. K významnému zatížení dorazů dochází za provozu vozidla a také při zavření víka, kdy kinetická energie může způsobit propružení víka.

K získání poznatků o působících rychlostech při procesu zavírání nám pomůže dynamická analýza soustavy zadního víka (Obr. 6.1).





Obr. 6.1. Rozmístění dílů na zadním víku Octavia Combi

## 6.1. Mechanický model a dynamické parametry soustavy zadního víka

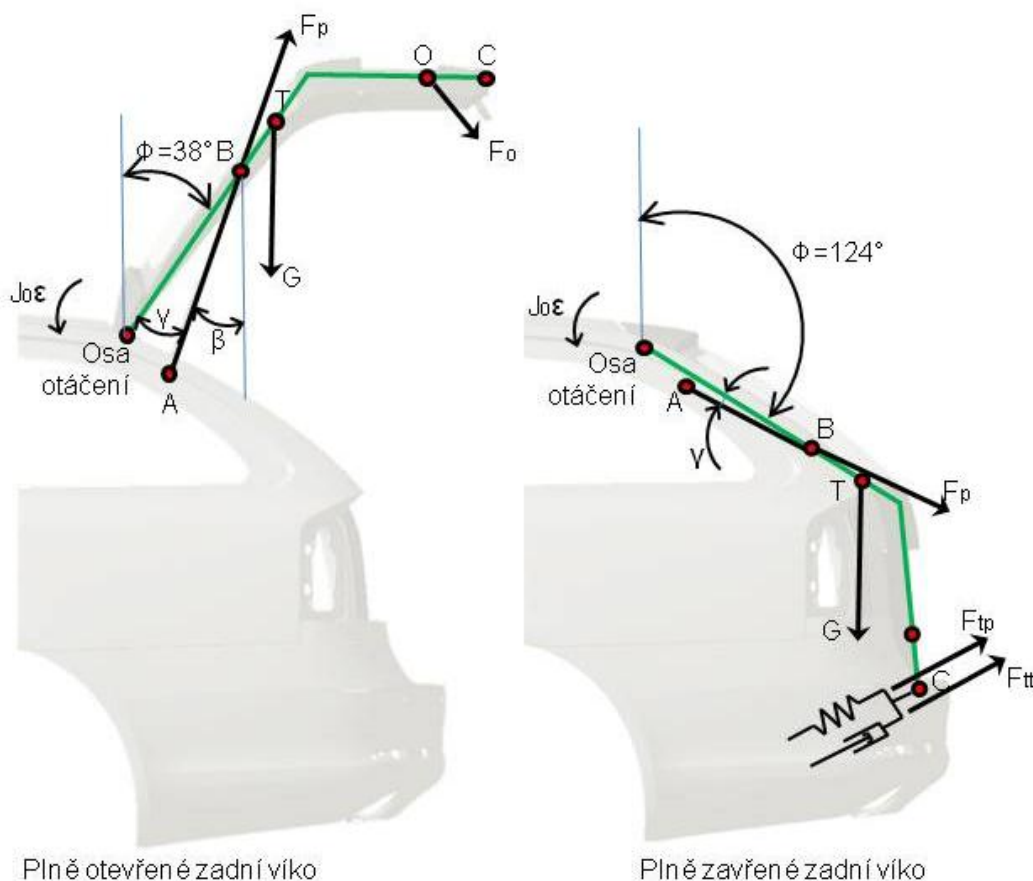
Pro stanovení dynamických účinků soustavy zadního víka je třeba nejprve definovat působící síly a místa a směr jejich působišť. Data geometrie soustavy víka byla získána z 3D dat modelu automobilu (Obr. 6.2).

### Osa otáčení zadního víka

Poloha osy je dána především typem použitým pantů. Z cenových a hmotnostních důvodů jsou přednostně používány panty s osou otáčení za hranou střechy, tj. v prostoru vodního kanálu. Vzdálenost pantů od sebe ve směru Y bývá 700 mm. Ve směru Z je potřeba umístit osu otáčení co možná nejvýše z důvodu zajištění dostatečné vzdálenosti víka od střechy při otevírání. Změna polohy osy otáčení z důvodu optimalizace ovládacích síl zadního víka se neprovádí.

### Zámek a nájezd zadního víka

Zámek a jeho nájezd je umístěn v dolní části víka na středu vozu. Na vozech Škoda je používán dvouzápadový zámek. Zámky jsou otevírány elektrickým motorkem ovládaným spínačem umístěným ve vnějším madle zadního víka. Síla na zapadnutí zámku je při výpočtech zanedbána.



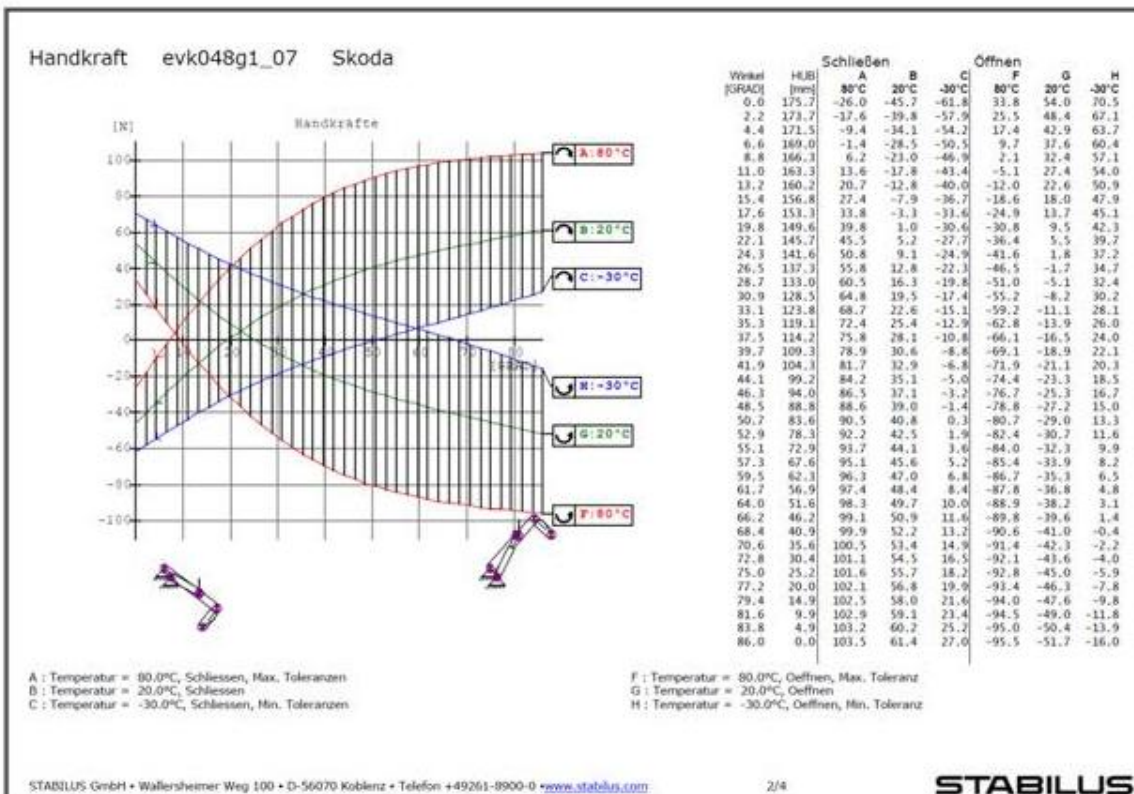
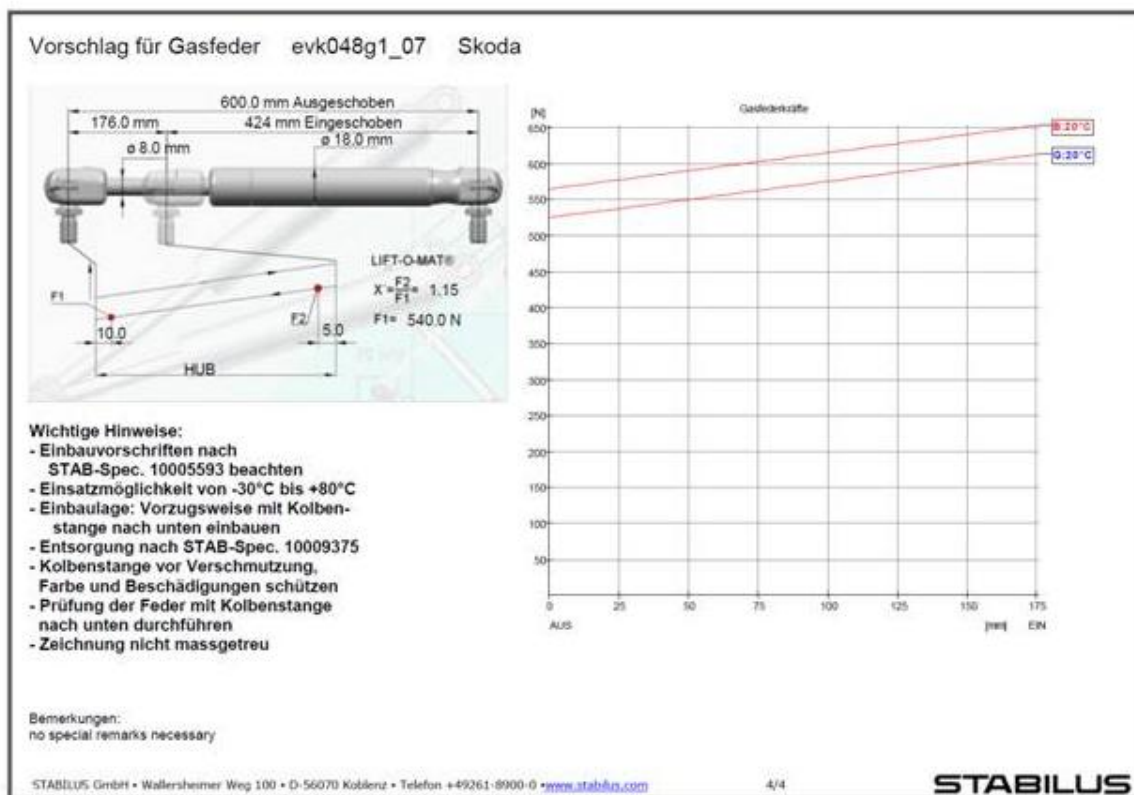
Obr. 6.2 Dynamické parametry soustavy zadního víka při procesu zavírání

### Podpěra plynová

Plynové podpěry jsou na zadním víku umístěny symetricky na levé a pravé straně v horní oblasti těsnícího kanálu. Podpěry pomáhají při otevírání a zajišťují zadní víko v otevřené poloze. Při zavírání musí obsluha víka překonat zádržnou sílu a stáhnout víko až do „rovnovážné polohy“, kdy je vyrovnána tlačná síla od podpěr a gravitační síla víka. Z této polohy se víko již zavírá samo svoji vlastní hmotností. Při otevírání víka musí obsluha zvednout víko do rovnovážné polohy, odkud se na víko již nemusí vyvíjet síla, víko se samovolně otevírá silou plynových podpěr. Ovlivnit rovnovážnou polohu víka lze prakticky pouze silou podpěry a umístěním upevňovacích bodů podpěry.

Plynová podpěra je upevněna na kulových čepech, které jsou na víku a na karosérii. Zajištění podpěry proti vypadnutí z čepů je pomocí pružin. Polohou čepů ovlivňujeme nastavení vhodné otevírací a zavírací síly víka. Návrh polohy čepů a velikost síly podpěry provádíme na základě výpočtů v programu Excel. Další upřesnění provádí výrobce plynové podpěry také na základě výpočtu (Obr. 6.3).

Definitivní stanovení síly podpěry je prováděno na základě měření ovládacích sil víka na fyzickém voze.



Obr. 6.3 Ukázka výsledků výpočtu plynové podpěry výrobcem Stabilus GmbH

Na plynové podpěře udávaná nominální síla  $F_1$  je zavírací síla z plně vysutého stavu měřená staticky. Síla v zavřeném stavu je vyšší proti nominální síle o cca 20%. Průběh zasouvací a vysouvací síly mezi otevřeným a zavřeným stavem je lineární, ale není shodný. Třecí síla působí proti pohybu podpěry, zvyšuje síly na zasunutí a snižuje sílu výsuvnou. Velikost třecí síly bývá 45 N. Na sledovaném voze je velikost síly  $F_1 = 580$  N.

Dynamické dotlumení podpěry působí obvykle ve vzdálenosti 10 mm od obou krajních poloh. Hodnota tlumení je nastavena až na fyzickém voze a není výrobcem udávána. Síla podpěr je závislá na teplotě. Teplotní závislost podpěry je způsobena roztažností plynové náplně podpěry. Její důsledek je zvýšení síly v podpěře při vyšších teplotách a naopak snížení síly při teplotách pod bodem mrazu. Teplotní roztažnost plynové náplně způsobí změnu proti nominální síle až  $\pm 25\%$  při rozdílu extrémních teplot ( $+60^\circ\text{C}$ ,  $-30^\circ\text{C}$ ). V praxi to znamená, že v létě jde víko velmi lehce otevřít a obtížně zavřít a v zimě je to naopak.

### Těsnění

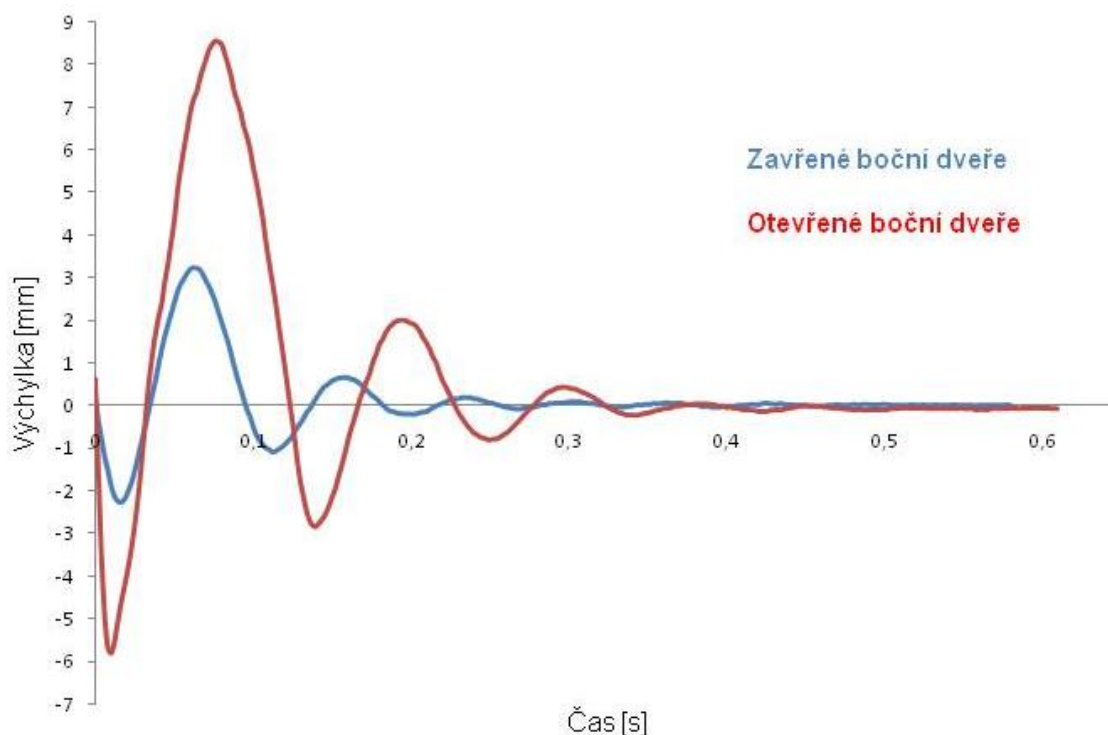
Těsnění utěšňuje prostor mezi víkem a karosérií proti vniku vody a nečistot. Je naraženo na plechovém profilu karosérie. K zajištění těsnosti musí mít profil těsnění v nominálním stavu určitý přesah do víka. V zavřeném stavu působí těsnění silou na víko, která je vyvolána deformací těsnění. V procesu zavírání je těsněním vyvolána také tlumící síla. Z pohledu působení sil od těsnění při zavírání je významné působení síly v dolní oblasti. Velikost síly klesá s časem.

Velikost statické síly těsnění je udáno ve výrobní dokumentaci a pro náš vůz je tato síla 18 N na délce 200 mm. Obtížně zjistitelnou konstantou je hodnota tlumení těsnění víka. Ve výkresové dokumentaci není stanovena a ani výrobce těsnění tuto hodnotu nezjišťuje. Z tohoto důvodu bylo pro stanovení její hodnoty provedeno měření přímo na voze. Měření výkmitu (Obr. 6.4) bylo provedeno se zavřenými a s otevřenými bočními dveřmi. Zadním víkem stlačený vzduch ve voze znamená další tlumení, které je nutno překonat. Pro výpočet koeficientu tlumení se vycházelo z měření se zavřenými bočními dveřmi. Tímto způsobem byl zohledněn také odpor vzduchu.

Koeficient tlumení těsnění  $b$  se vypočítá ze vztahu (1)

$$X = X_0 e^{-bt} \sin \omega t \quad (1)$$

Těsnící profil pomáhá stabilizovat víko proti kmitavému pohybu. Je důležité, aby byla dodržena předepsaná velikost spáry pro těsnící profil. V případě příliš velké spáry je kmitání zadního víka zvýšené a v případě zmenšení prostoru pro těsnění je dopad do zvýšené zavírací rychlosti.



Obr. 6.4 Graf kmitavého pohybu zadního víka tlumeného těsněním

### Gravitační síla

Hmotnost zadního víka a poloha těžiště je v počáteční fázi stanovována pomocí výpočtu z 3D dat. Hmotnosti všech dílů jsou v současné době velmi sledovaným parametrem. Při konstrukci víka jsou na základě výpočtů a zkoušek všechny díly tvarově a hmotnostně optimalizovány. Hmotnost úplného zadního víka je 23 kg.

### Moment setrvačnosti

Moment setrvačnosti celého víka je na základě dat kompletního víka vypočítán v programu Catia V5. Všechny díly víka musí mít přiřazenou hustotu materiálu. Vypočtený moment setrvačnosti zadního víka je 11,425 kgm<sup>2</sup>

### Úhel otevření zadního víka

Zavřená poloha víka je dána vnějším tvarem vozu. Otevřený stav víka vychází ze zajištění potřebné výšky pod otevřeným víkem. Pro účely výpočtu je úhel víka



měřen od svislice dolů ve směru zavírání. V našem případě je víko naplno otevřeno při úhlu  $38^\circ$  a je zavřeno při úhlu  $124^\circ$ .

### Síla obsluhy

Síla, kterou působí obsluha na víko při zavření, není přesně definovatelná. Zadní víko se musí pomocí impulsu síly dostat minimálně do rovnovážné polohy, odkud se již samo zavírá. Pro účely výpočtu působí na víko konstantní síla od plného otevření až po rovnovážnou polohu víka o velikosti 30 N.

### Rychlost zavírání

Minimální rychlost pohybu zadního víka potřebná pro zapadnutí zámku je jeden z hodnotících parametrů komfortu zavírání. Měří se na dolní hraně víka těsně před jeho zavřením. Požadovaná rychlost je do  $1 \text{ ms}^{-1}$ . Potřebnou min. rychlost negativně ovlivní velké předpětí dorazů, malá spára pro těsnění a odpružení nájezdu zámku.

## 6.2. Pohybové rovnice a jejich řešení

Zavírací proces zadního víka lze rozdělit do tří úseků.

V prvním úseku zavírání působí na víko síla obsluhy táhnoucí víko směrem dolů. Moment gravitační síly je menší než moment plynových podpěr k ose závěsu. Víko se bez síly obsluhy nepohybuje. Rychlost zavírání je závislá na velikosti a době působení síly obsluhy.

V druhém úseku již nepůsobí zavírací síla obsluhy. Zadní víko se samovolně zavírá. Moment plynových podpěr je menší než gravitační moment.

Ve třetím úseku víko dojíždí do zavřené polohy, dochází k zajištění zámku. Stále působí gravitační síla, síla plynových podpěr a setrvačná síla, navíc víko musí překonat pružící a tlumící sílu těsnění.

Pro každý vyšetřovaný úsek byla sestavena momentová pohybové rovnice k ose otáčení v závislosti na úhlu otevření  $\varphi$  podle D'Alembertova principu.

$$Gl_t \sin \varphi - F_p l_b \sin \gamma + F_0 l_0 - J_0 \varepsilon = 0 \quad (2)$$

$$Gl_t \sin \varphi - F_p l_b \sin \gamma - J_0 \varepsilon = 0 \quad (3)$$

$$Gl_t \sin \varphi - F_p l_b \sin \gamma - F_{tp} l_c - F_{tt} l_c - J_0 \varepsilon = 0 \quad (4)$$

Dosazením za konstanty a následným vyřešením pohybových rovnic získáme závislost úhlové rychlosti víka na úhlu otevření. Volitelnou konstantou je velikost zavírací síly vyvolané obsluhou. Síla vyvolaná podpěrou není konstantní a je závislá na vysunuté délce podpěry.

$$F_p = F_1 + \frac{l_{pv}-l_p}{l_{pv}-l_{pz}} 0,2F_1 \quad (5)$$

kde  $l_p$  je okamžitá délka podpěry závislá na úhlu otevření

$$l_p = \frac{l_b \sin(\varphi) - l_{ax}}{\sin(\arctg \frac{l_b \sin(\varphi) - l_{ax}}{l_b \cos(\varphi) + l_{ay}})} \quad (6)$$

Úhel působení síly podpěry vůči zadnímu víku

$$\gamma = \varphi - \beta \quad (7)$$

kde pomocný úhel  $\beta$  vyjádříme vztahem

$$\beta = \arcsin \frac{l_b \sin(\varphi) - l_{ax}}{l_p} \quad (8)$$

Uvedené rovnice (5) – (8) vyjadřují funkci pro moment, kterým působí plynová podpěra na víko. Funkce jsou závislé pouze na úhlu otevření víka. Tyto vztahy můžeme dosadit do pohybových rovnic, ale jejich řešení se zkomplikuje. Pro kontrolu správnosti rovnic byl vytvořen v programu Excel graf momentu plynové podpěry a gravitace (Obr. 6.5).

Z Grafu na obrázku 6.5 je možné vyčíst úhel rovnovážné polohy a také můžeme zobrazenými křivkami proložit polynomy.

Polynom působení momentu podpěry

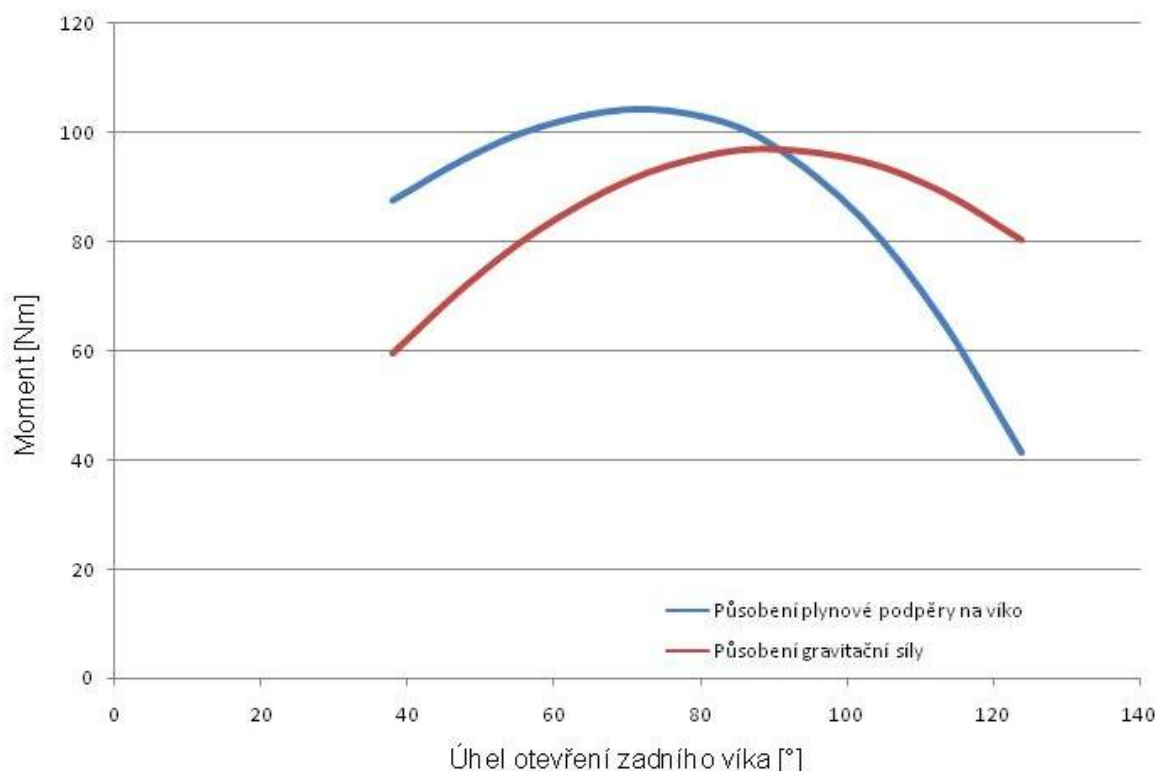
$$M_p = -16,507\varphi^3 + 2,1231\varphi^2 + 71,46\varphi + 43,898 \quad (9)$$

Polynom působení momentu gravitace

$$M_g = -2,4621\varphi^3 - 35,127\varphi^2 + 129,23\varphi - 10,053 \quad (10)$$

Vyjádříme úhlové zrychlení funkcí závislou na úhlu otevření  $\varphi$ .

$$\varepsilon = \frac{d(\omega^2)}{2d\varphi} \quad (11)$$



Obr. 6.5 Graf závislosti působení momentů na zadní víko vyvolaného plynovou podpěrou a gravitací v závislosti na úhlu otevření

Dosadíme konstanty a funkce (9) - (11) do pohybových rovnic (2) – (4) a tím získáme konečnou podobu rovnic před integrací

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2}{J_0} \times \int_{\varphi_0}^{\varphi^1} 14,0449\varphi^3 - 37,2501\varphi^2 + 57,77\varphi - 25,241 d(\varphi)} \quad (12)$$

Kde  $\varphi \in < 38^\circ; 93^\circ >$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2}{J_0} \times \int_{\varphi^1}^{\varphi^2} 14,0449\varphi^3 - 37,2501\varphi^2 + 57,77\varphi - 53,951 d(\varphi) + \omega_1^2}$$

Kde  $\varphi \in (93^\circ; 124^\circ)$  (13)

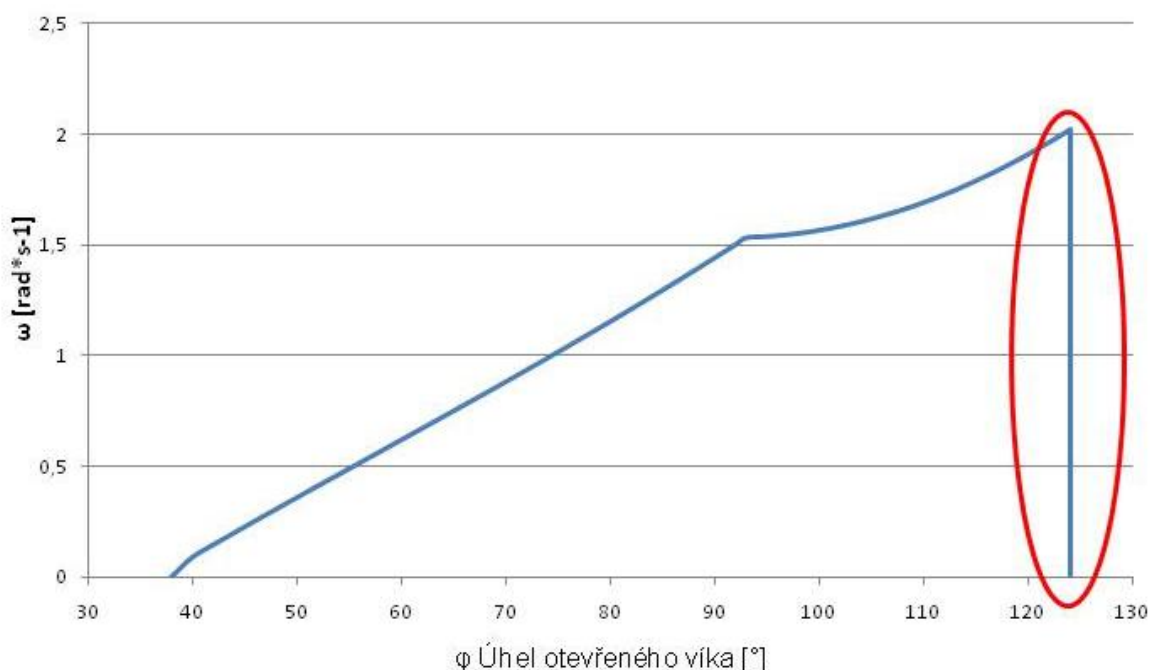
$\omega_3 =$

$$= \sqrt{\frac{2}{J_0} \times \int_{\varphi^2}^{\varphi^3} 14,0449\varphi^3 - 37,2501\varphi^2 - 2053,76\varphi - 53,951 - 19,4348\omega_2 d(\varphi) + \omega_2^2}$$

Kde  $\varphi \in < 124^\circ; 124,0007^\circ >$  (14)



Po integraci pohybových rovnic dostaneme výsledný graf závislosti úhlové rychlosti na úhlu otevření (Obr. 6.6). Zadané parametry do pohybových rovnic odpovídají sériovému stavu zadního víka automobilu Superb Combi.



Obr. 6.6 Graf závislosti úhlové rychlosti zadního víka na úhlu otevření

Červeně vyznačená oblast na obr. 6.6 označuje zatížení, které mají zachytit dorazy při zavírání zadního víka. Z průběhu zavírací rychlosti je patrné, že v našem případě největší rychlost víku uděluje obsluha. V praxi nemusí být dráha působení síly až do rovnovážné polohy.

Modifikací velikostí síly obsluhy a úhlu  $\varphi$  jejího působení můžeme zjistit mezní stavy zatížení. Maximální zatížení záleží na vyvozeném impulsu síly, který dokáže vyvinout obsluha víka. Minimální namáhání dorazů nastane, když obsluha drží zadní víko i pod rovnovážnou polohou a uvolní jej malý úhel před zavřením. V tomto případě je kinetická energie víka téměř vyrovnána energií potřebnou na překonání sil těsnění a zapadnutí zámku.

Z první pohybové rovnice lze zjistit min. zavírací sílu, která uvede zadní víko do pohybu. Tuto sílu označujeme jako sílu zádržnou.

Změnou polohy upevňovacích čepů plynové podpěry nebo nominální síly v podpěře můžeme dosáhnout optimalizaci rovnovážné polohy víka a změnu zádržné síly víka. Provedené změny se ihned zobrazí ve změněné zavírací rychlosti.

### 6.3. Namáhání čelního dorazu vyvolané jízdou vozu

Síly působící na doraz při jízdě vozu jsou způsobeny vzájemným posuvem zadního víka a karosérie. Torzní pohyb karosérie je buzen jízdou kol po nerovnostech. Vzájemné pohyby víka a karosérie jsou ovlivněny především povrchem komunikace, stylem jízdy, použitými pneumatikami, tlumiči, panty, zámkem a nájezdem víka, nastavení předpětí dorazu, těsnění víka, tuhostí konstrukce karosérie a víka. Z uvedených skutečností vyplývá, že provedení výpočtu působících sil na čelní doraz je velmi obtížné a vyžadovalo by velká množství zjednodušení, která by vedla k nepřesným výsledným hodnotám.

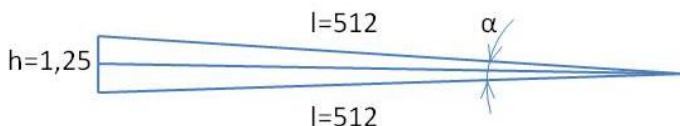
Měření působících sil na doraz na již hotových vozech není prováděno. Síly zachycující dosedací doraz lze vypočítat za pomoci výsledků hodnot natočení víka a vypočtené torzní tuhosti víka. Je měřen posuv víka vůči karosérii při simulaci jízdního namáhání. Pro ověření oprávněnosti použití dorazů jsou prováděna měření různých kombinací dorazů a také bez použití dorazů. Porovnáním těchto výsledků lze zjistit velikost kmitů, které jsou zachyceny dorazy.

Standardně je prováděn výpočet torzního namáhání zadního víka. Výsledkem je velikost úhlu natočení víka při zadané síle působící v místě čelních dorazů. Dále je zjištěna torzní tuhost víka, což je moment potřebný na natočení víka o 1°.

#### Výpočet namáhání dorazů na voze Octavia II Combi.

Zjištěné hodnoty:

- Výpočtem zjištěná hodnota torzní tuhosti  $\tau = 156 \text{ Nm/}^\circ$
- Rozdíl maximálních hodnot posuvu v dolním rohu víka s namontovanými pouze čelními dorazy v ose X je 1,25 mm (Obr. 6.7).
- Vzdálenost čelního dorazu od osy rotace je 512 mm.



Obr. 6.7 Zobrazení parametrů namáhání čelního dorazu

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{h}{2}}{l} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 0,14^\circ \quad (15)$$

Velikost síly  $F_n$  v místě dorazu při natočení víka o úhel  $\alpha$ , torzní tuhost víka

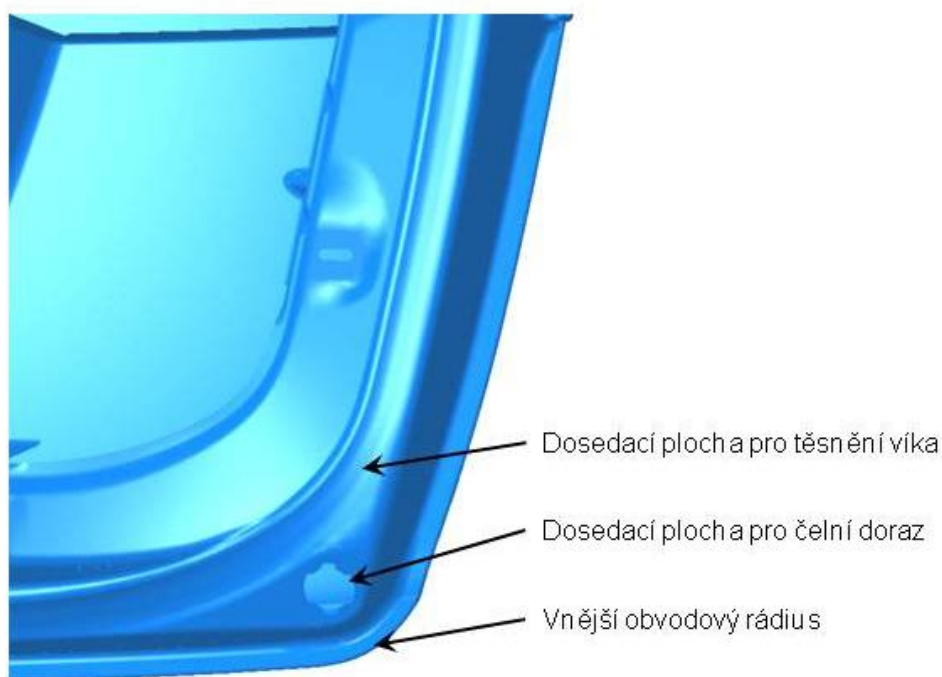
$$\tau = 156 \text{ Nm/}^\circ$$

$$F_n = \alpha \times \frac{\tau}{l} \Rightarrow F_n = 42,7 \text{ N} \quad (16)$$

Zatížení dorazu při jízdním namáhání není příliš velké, tak aby bylo rozhodujícím faktorem při konstrukci dorazu.

## 7 Inovační příležitosti

Na nově vyvíjeném voze nastal problém s umístěním čelního dorazu v dolním rohu zadního víka. Na víku již nezbývá prostor pro obvyklé umístění dorazu mezi těsnicí plochu a obvodový lem (Obr. 7.1), neboť vnější design zadního víka má dolní obvodový rádius příliš velký. Vhodný prostor nebyl nalezen ani na celé boční oblasti.



Obr. 7.1 Ukázka umístění čelního dorazu v dolním rohu zadního víka na voze Octavia II Combi

Možná řešení vzniklé situace:

- změna vnějšího designu vozu
- změna průběhu těsnicí plochy
- použití jiného čelního dorazu

Vnější tvar celého vozu je navržen oddělením designu a následně schvalován vedením společnosti. Prosadit změnu vnějšího tvaru víka se nepodařilo. Zvětšení rádiusu těsnicí plochy je nežádoucí, neboť má přímý dopad na požadovanou nákladovou šířku zavazadlového prostoru a tím zhoršení komfortu pro zákazníky. Také byla zvažována změna průběhu těsnění v dolním rohu z rádiusu na nepravidelně zalomený, ale toto řešení nebylo realizováno.

Z důvodu nepřijetí výše uvedených konstrukčních opatření vedoucích k vyřešení výše uvedeného problému vzešel požadavek na změnu systému dorazů.

Na základě zkušeností ze současného řešení a známých požadavků především montáže a od výrobce dílu byly definovány inovační příležitosti pro nový doraz.

- Možnost umístění čelního dorazu v dolní oblasti víka i v omezeném prostoru
- Sdružení funkce čelního a bočního dorazu
- Jednoduchá a spolehlivá montáž
- Spolehlivé utěsnění dílů vůči karosérii
- Dostatečná možnost seřízení ve funkčních směrech

## 8 Inovační záměr

Z navržených inovačních příležitostí byl definován inovační záměr. Zde jsou již potřeby více rozpracovány.

- Nový systém musí být použitelný i na dalších vyvíjených vozech.
- Spolehlivá funkce dorazu.
- Nastavení dorazu musí být jednoduché a jednoznačné.
- Montáž nového dorazu nesmí být složitější, než je současný stav.
- Doraz má být recyklovatelný.
- Nepoužívat materiály obsahující těžké kovy nebo šestimocný chrom.
- Doraz musí mít dostatečnou antikorozi ochranu.
- Upřednostnit použití existujících dorazů.

### 8.1. Technické požadavky

Z definovaného inovačního záměru byly rozpracovány technické požadavky na nový systém dorazů:

- Připevnění čelního dorazu na boční plochu zadního víka.
- Poloha čelního dorazu mezi dolním rohem víka a dolní hranou skla.
- Spojení funkce čelního a bočního dorazu.
- Min. rozsah seřízení dorazu ve směru X  $\pm 3$  mm.
- Min. rozsah seřízení dorazu ve směru Y  $\pm 2,5$  mm.
- Pro celou montáž systému dorazu použít max. 8 šroubů na vůz.
- Šrouby musí být dobře přístupné pneumatické utahovače.
- Šrouby zakryté nebo zapuštěné do tvaru dorazu.
- Velikost dosedací plochy nového dorazu max. 80 x 40 mm.
- U ocelových dílů použít těžkou povrchovou ochranu řady r6... nebo t6... černé barvy.
- Díly dorazu z rozdílných materiálů musí být vzájemně demontovatelné bez použití speciálního nářadí.
- Minimalizovat investiční a jednicové náklady.
- Krátká doba na řešení.

## 9 Termínový plán

Po rozhodnutí o změně systému dorazu zadního víka byl vypracován termínový plán v softwaru MS Project (Obr. 9.1).

Termínový plán vývoje dorazu byl vytvořen v souladu se schválenými termíny na celý vůz. Výběr důležitých časových limitů je uveden v horní části plánu. Začátek práce z pohledu naší kompetence je konstrukce dílů pro prototypové vozy.

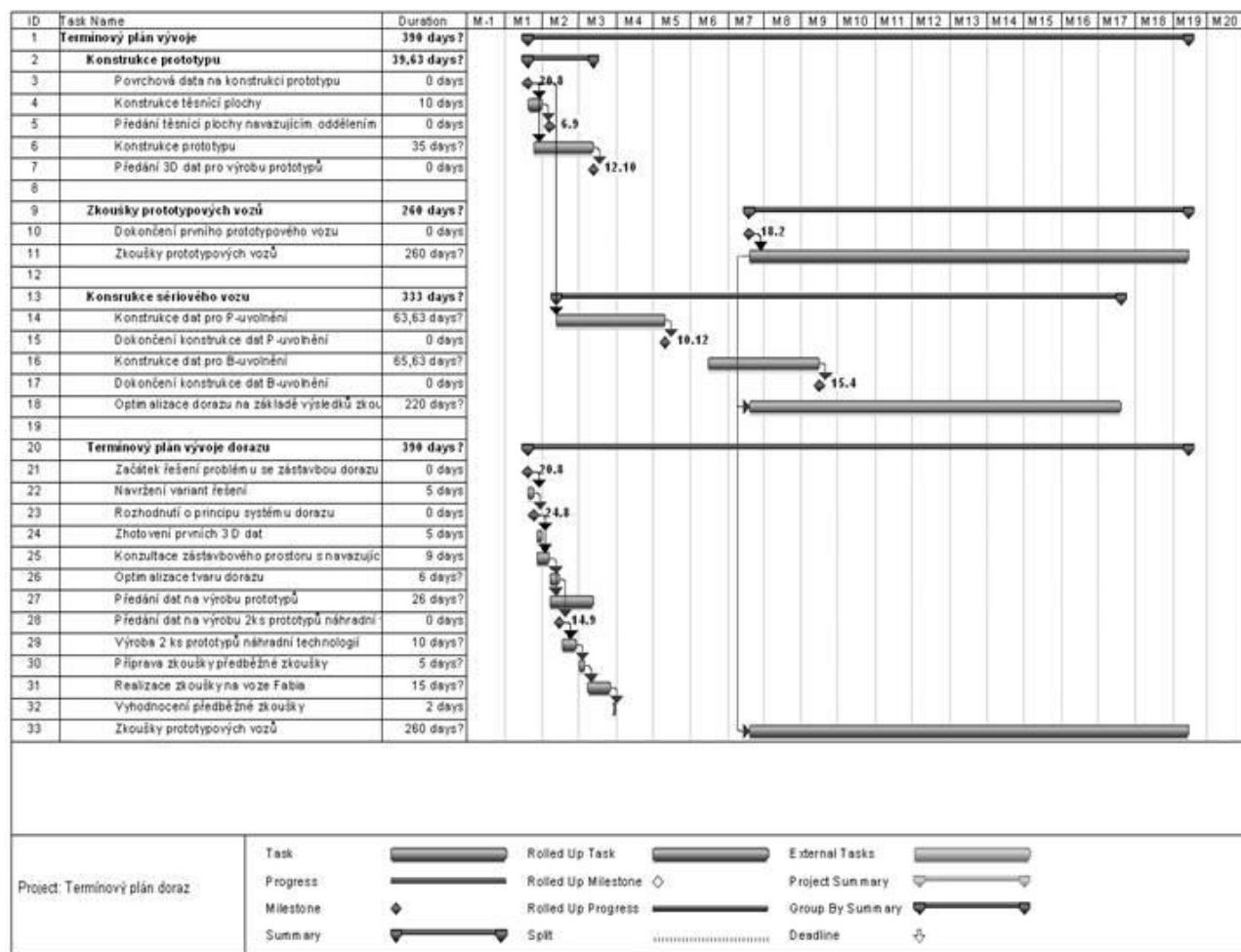
Z uvedeného časového rozvrhu je patrné, že na koncepční fázi byl poměrně krátký časový úsek. Zástavbový prostor dorazu má vliv na průběh těsnící plochy, která je základní plochou pro konstrukci interiéru vozu, plechových dílů zadního víka a okolní karosérie. Dokončení těsnící plochy je obvykle do 2 týdnů od obdržení schválených povrchových dat. V této době již musel být vybrán a schválen všemi navazujícími odděleními také princip inovovaného systému dorazu.

Na konstrukční práce prototypového vozu je 35 pracovních dnů. V průběhu této doby musí být také kompletně dokončena konstrukce nového dorazu. Předpokládalo se, že konstrukce dílu bude dokončena dříve a náhradní technologií budou vyrobeny dorazy na 1 vůz, které se nasadí na zkoušený sériový vůz.



Standardní zkoušky dorazu se provádějí v rámci zkoušek celého vozu na prototypových vozech.

Na optimalizaci dílu na základě výsledků zkoušek je vyhrazen dostatečný časový prostor.



Obr. 9.1 Termínový plán vývoje inovovaného dorazu

## 10 Konstrukční návrhy

Jednotlivé konstrukční návrhy byly vypracovány podle technických požadavků s ohledem na metody DFX.

### 10.1. Metoda DFX

Součástí zásad moderního konstruování výrobků je také metoda DFX. Zkratka DFX znamená Design For X, v českém překladu je tato metoda známá jako „konstruování s ohledem na ...“.

Zvolená konstrukce dílu ve velké míře předurčuje, jakou technologií a jakým postupem bude díl vyráběn. Podle výsledku studií se předpokládá, že největší vliv na konečnou cenu výrobku má jeho konstrukce.

Metoda DFX je orientována na dosažení specifických cílů při vývoji a konstrukci výrobků. Jedná se o široké spektrum přístupů, které již v počátečním návrhu zohledňují procesy v celém životním cyklu výrobku. Jedná se zejména o konstruování s ohledem na:

- snadnou výrobu
- snadnou montáž
- snadnou demontáž
- snadnou údržbu
- nízké náklady
- na životní prostředí
- snadné opětovné využití

Metody přispívají ke snížení námahy a pracnosti v různých fázích životního cyklu výrobku. Využití uvedených metod má také velký význam při snižování complexity.

Ve společnosti Škoda Auto jsou při konstrukci dílu již zohledněny výše uvedené zásady. Kontrola splnění požadavků jednotlivých odborných útvarů probíhá na pravidelném společném jednání.

### **10.1.1. Doraz klínový kombinovaný s excentrickým**

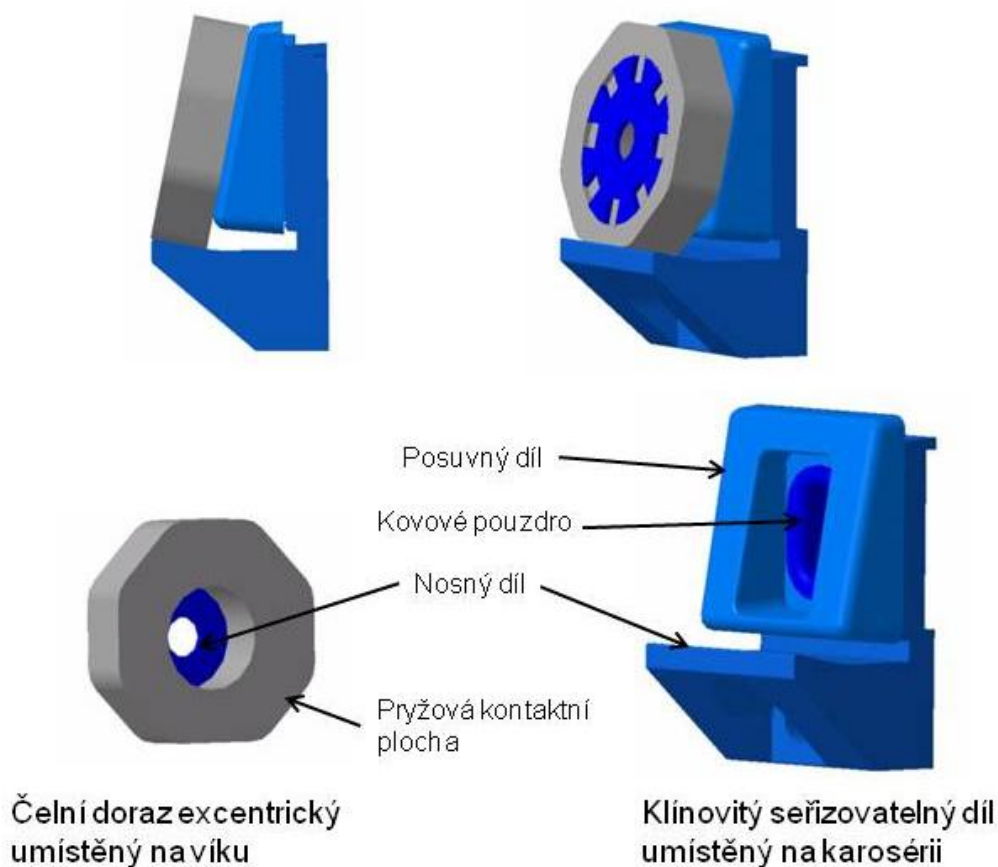
Tento navržený systém dorazů sjednocuje funkci čelního a bočního dorazu. Je tvořen ze dvou částí (obr. 10.1).

Čelní doraz je umístěn na víku, otočením vymezuje tolerance ve směru X. Doraz je připevněn na boku vnitřního plechu nad dolním rohem. Díl je tvořen zastříknutou pryží na plechovém nosném dílu, má tvar osmiúhelníku s vyoseným upevňovacím šroubem M6. Jednotlivé dosedací plochy mají posunutou vzdálenost od osy šroubu o 1 mm. Možné seřízení dorazu ve směru X je  $\pm 3$  mm.

Boční doraz vymezuje tolerance ve směru osy Y a je umístěn na boku těsnicího kanálu. Je složen ze čtyř dílů. Nosný díl vytváří pevnou dosedací plochu pro dosedací doraz a zároveň základnu pro pohyb klínového opěrného dílu. Pohybem klínu dojde k vymezení vzdálenosti. Doraz je upevněn přes kovové vložky



pomocí dvou šroubů M6. Díl je vyroben z tvrdého recyklovatelného plastu. Možné seřízení v ose Y je  $\pm 0,5$  mm.



Obr. 10.1 Sestava dorazu klínového kombinovaného s excentrickým

### 10.1.2. Hodnocení dorazu klínového kombinovaného s excentrickým

Navržený systém dorazu splňuje požadovanou funkci čelního a bočního dorazu. Upevnění do boku na zadním víku je splněno, umístění je také možné v prostoru mezi dolním rohem víka a dolní hranou skla. Na voze, pro který je doraz prioritně vyvíjen, je upevnění dorazu možné v místě zadního světla, kde ale není žádný nosný díl pro upevnění dorazu do karosérie. V případě použití tohoto řešení, by musela být doplněna dodatečná výztuha do karosérie. Tento problém bude pravděpodobně i na budoucích projektech.

Seřízení je podle požadavku ve dvou osách, ale možnost pohybu opěrné části ve směru osy Y je pouze  $\pm 0,5$  mm. Tato hodnota je shodná se současnou hodnotou seřízení klínového dorazu. Ze zkušeností z předešlých projektů může být toto malé seřízení nedostačující zejména při náběhu sériové výroby vozu. Při otáčení čelního

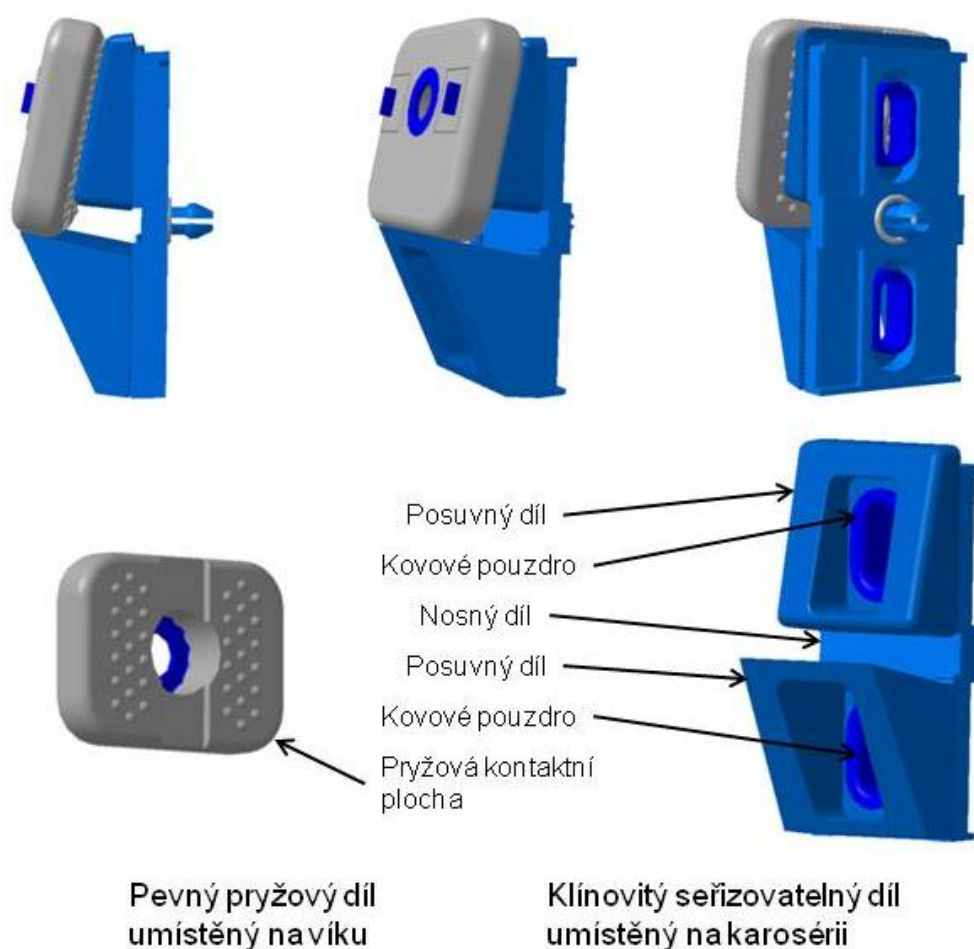


dorazu není jednoznačně definována poloha, tak aby doraz dosedl na plochu. Z důvodu spolehlivosti by bylo potřeba doplnit aretaci.

Montáž je jednodušší, než je u stávajícího systému dvou dorazů, je zde použito méně šroubů. Rizikem pro montáž je velký rozměr dorazu ve směru X a tím dané umístění šroubu pod výškou těsnění.

### 10.2.1. Doraz klínový kombinovaný s posuvným

Návrh slučuje čelní a boční doraz na jedno místo. Je tvořen ze dvou částí (10.2).



Obr. 10.2 Sestava klínového dorazu kombinovaného s posuvným

Pevná opěrná část čelního a zároveň bočního dorazu je upevněna na bok vnitřního plechu nad dolním rohem víka. Jedná se o převzatý opěrný díl ze stávajícího bočního dorazu. Upevnění je zachováno pomocí šroubu M6.

Seřizovatelná část dorazu ve směru X a Y je připevněna na bok těsnícího kanálu pomocí dvou šroubů M6. Dolní posuvný díl má možnost pohybu v drážce ve

směru X, vymezuje výrobní tolerance v tomto směru  $\pm 2,8$  mm. Horní posuvný díl má drážkou definovaný pohyb také ve směru X. Klínovitý tvar dílu vymezuje tolerance ve směru Y  $\pm 0,5$  mm. Všechny díly mohou být vyrobeny z recyklovatelného plastu. Šrouby dosedají na ocelové vložky převzaté ze stávajícího klínového dorazu.

Seřízení dorazu je jednoduché. Doraz je předmontován na karosérii pomocí klipu a lehce utažených šroubů. Pomalým zavřením víka dojde k nastavení posuvných dílů dorazu. Po otevření víka se pouze utáhnout šrouby na předepsaný moment. Kolem klipu je těsnění.

### 10.2.2. Hodnocení dorazu klínového kombinovaného s posuvným

Návrh sjednocuje dle požadavku funkci čelního a bočního dorazu. Umístění je možné na celém bočním profilu zadního víka. Upevnění na zadní víko je dle požadavku do boku. Poloha v těsnicím kanále karosérie je také do boku, což v případě umístění v místě zadního skupinového světla vyžaduje dodatečný nosný díl.

Možnost eliminace výrobních rozměrů je v ose X dostatečná, ale v ose Y je pouze  $\pm 0,5$  mm.

Montáž a seřízení dorazu je proti stávajícímu systému jednodušší, ale jako u předchozího návrhu přinese umístění šroubu pod těsněním určitá rizika.

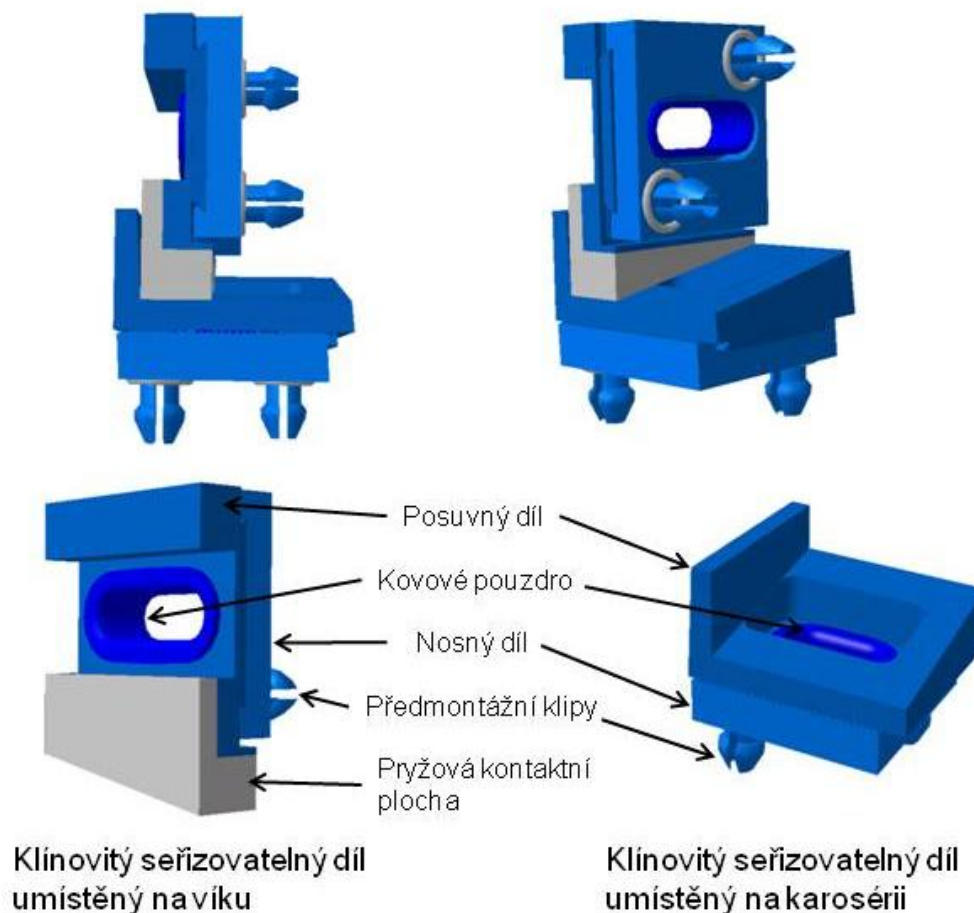
### 10.3.1. Doraz dvojitý klínovitý

Tento návrh sjednocuje funkci čelního a bočního dorazu. Je složen ze dvou částí (10.3).

Čelní část upevněná na boku vnitřního plechu zadního víka je předmontována pomocí klipů a lehce utaženého šroubu M6. Utažení šroubu musí dovolit pohyb posuvného dílu ve směru drážky, tj. ve směru Z. Kontaktní klínovitá pryžová plocha tvořící dosed ve směru X. Pohyb ve směru Z  $\pm 7$  mm umožní pomocí klínovitého tvaru nastavit polohu dosedací plochy čelního dorazu ve směru X  $\pm 1,2$  mm. Po nastavení je šroub utažen na předepsaný moment. Nosný materiál je tvrdý recyklovatelný plast, který je na dosedací ploše opatřen pryžovým dílem.

Opěrná část dorazu je upevněna na dno těsnicího kanálu pomocí jednoho šroubu M6. Předmontáž je provedena pomocí dvou klipů. Tato část je složena ze dvou plastových dílů, těsnění klipů a kovové vložky pro dosed šroubu převzaté ze současného dorazu. V základové desce se pohybuje posuvný díl ve tvaru L. Posuvný

díl má funkci pevné opěrné plochy pro dosedací část dorazu a seřizovatelné plochy bočního dorazu. Pohybem v drážce základové desky dojde k vymezení výrobních tolerancí ve směru Y. Dosedací plocha pro dosedací doraz je klínovitá.



Obr. 10.3 Sestava dorazu dvojitého klínového

### 10.3.2. Hodnocení dorazu dvojitého klínovitého

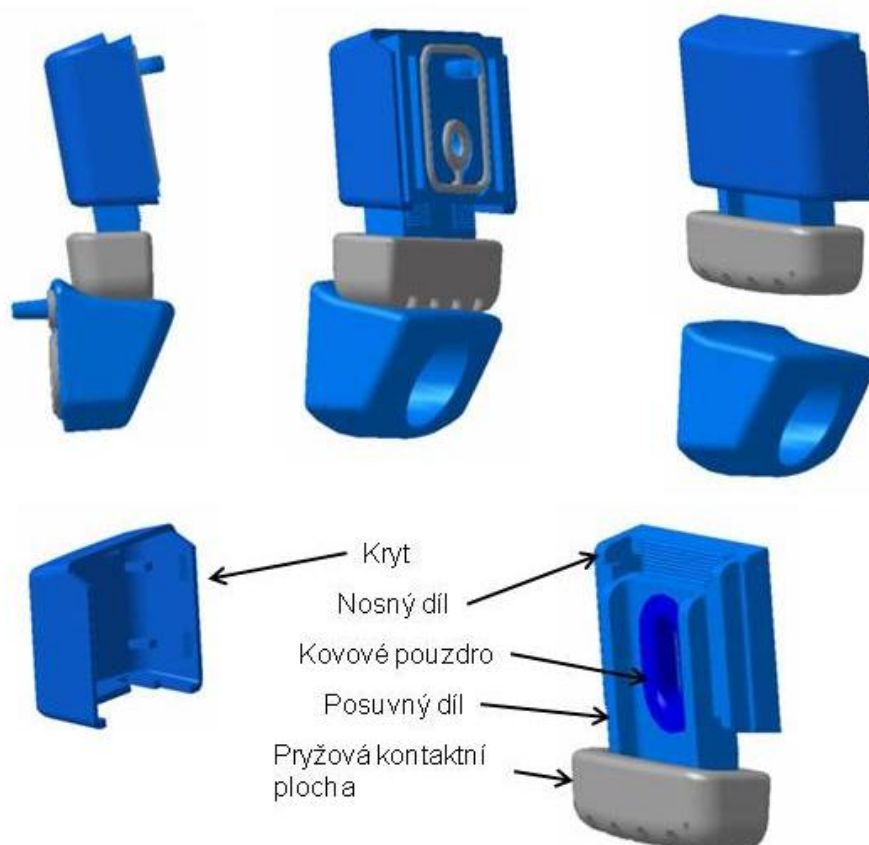
Návrh slučuje čelní a opěrný doraz na jedno místo. Umístění je možné, na kterémkoliv místě boční části těsnícího kanálu, tedy i v požadovaném dolní rohu. Upevnění do dna těsnícího kanálu je vyhovující, neboť nevyvolává potřebu speciální výztuhy v karosérii. Problematický může být rozměr dorazu ve směru Y, neboť prostor v těsnícím kanále bývá minimalizován z důvodu co možná největší šířky zavazadlového prostoru.

Seřízení ve směru Y  $\pm 2,8$  mm je dostatečné, možnost seřízení ve směru X  $\pm 1,2$  mm je malé, vhodnější by byl větší rozsah pohybu. Montáž jednotlivých dílů je jednodušší, než je u stávajícího systému. Seřízení se musí provést při zavřeném zadním víku ručně.

### 10.4.1. Doraz čelní s částečnou boční opěrou

Tato varianta řeší problém s umístěním dosedacího dorazu v dolním rohu víka jeho přemístěním nad zadní skupinové světlo do prostoru bočního dorazu.

Dosedací doraz je možné vybrat z nabídky existujících dorazů stávajícího sortimentu koncernu VW. Zvolený doraz čelní s částečnou boční opěrou je použit na vozech Passat Variant a Tiguan (obr. 10.4).



Obr. 10.4 Sestava dorazu čelního s částečnou boční opěrou

Doraz je složen ze dvou částí. Na boku vnitřního plechu zadního víka je umístěna seřizovatelná část, která je připevněna pomocí jednoho šroubu M6 a předmontážního klipu. Je složena z nosné desky, posuvného dílu, pryžové kontaktní plochy, kovového pouzdra a krytu. Utěsnění je zajištěno pomocí pryžovém těsnění naneseného na dosedací plochu dorazu. Posuvný díl má možnost pohybu v základové desce ve směru  $X \pm 4,2$  mm. Po utažení šroubu je zacvaknut kryt dorazu.

Opěrný díl je připevněn na bok těsnícího kanálu jedním šroubem M6. Díl je vyroben z tvrdého plastu, okolo šroubu a středícího čepu je nanесeno těsnění.

## 10.4.2. Hodnocení dorazu čelního s částečnou boční opěrou

Doraz splňuje požadavek na připevnění do boku vnitřního plechu zadního víka. Upevnění na karosérii je do boku těsnicího kanálu. V případě umístění dorazu na úrovni zadního světla a níže je potřeba doplnit výztuhu pro upevnění dorazu. Seřízení dorazu ve směru X je dostatečné. Doraz má pouze omezenou funkci ve směru Y, bez možnosti seřízení. Montáž je poměrně jednoduchá, seřízení předpětí dorazu se provádí automaticky zavřením víka a následným utažením šroubu.

Při tomto řešení zachycuje více boční pohyby zadního víka zámek umístěný na středu víka, dva závěsy, těsnění a předpětí čelních dorazů. Zvýšené předpětí čelních dorazů tlumí do určité míry kmitání zadního víka, má však za následek změnu návaznosti víka a karosérie. Správná funkce tohoto řešení je velmi citlivá na nastaveném předpětí dosedacího dorazu.

Rizikem při zvýšených pohybech zadního jsou hlukové projevy, prodření těsnění a laku v místě společného kontaktu. V extrémních případech může dojít ke vzájemné kolizi víka a dílů karosérie.

## 10.5.1. Doraz posuvný s tvarovou dosedací plochou

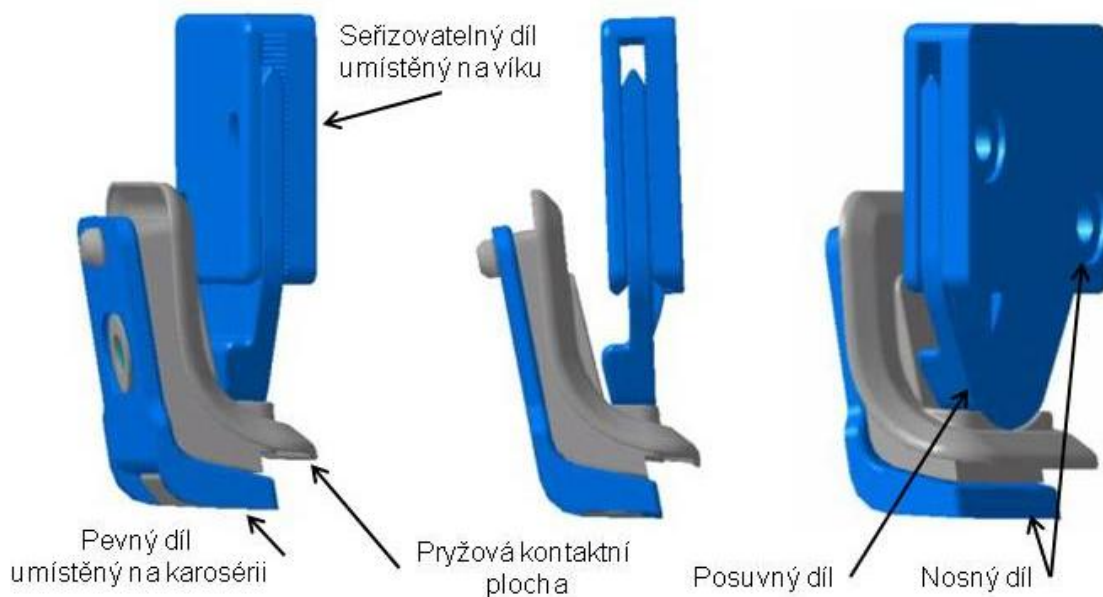
Umístění dorazu je podobné jako u předchozího návrhu. Poloha dorazu je v místě, kde je na vozech Škoda umístěn boční doraz. Doraz plní prioritně funkci čelního dorazu a částečně i boční opěry. Tento čelní doraz je použit na voze Porsche Cayanne.

Doraz je složen ze dvou částí. Seřizovatelná část je umístěna na boku vnitřního plechu zadního víka a je složena ze dvou dílů. Nosný díl je upevněn pomocí dvou šroubů M6 do nýtovacích matic. Posuvný díl má možnost pohybu ve vymezeném prostoru nosného dílu. Oba díly jsou vyrobeny z tvrdého plastu.

Opěrná část je umístěna v těsnicím kanále, je složena také ze dvou dílů. Nosný plastový díl je přišroubován do boku kanálu, jeho dolní část dosedá na dno kanálu. Na nosný díl je navlečen pryžový dosedací díl s tvarovou dosedací plochou.

Doraz je plně funkční a seřizovatelný ve směru X. Ve směru Y je nominální vzdálenost ploch obou dílů dorazů 1 mm, což zabrání kolizi zadního víka s díly karosérie, ale již nedokáže plně tlumit kmitání zadního víka v bočním směru.





Obr. 10.5 doraz posuvný s tvarovou dosedací plochou

## 10.5.2. Hodnocení dorazu posuvného s tvarovou plochou

Tento systém dorazu je osvědčený, ale nesplňuje náš požadavek na seřizování ve směru Y. Prostorová náročnost v těsnicím kanále je minimální. Upevnění dorazu je na bok víka i na boční stěnu v těsnicím kanále. Vzhled dílu připevněného na víku není pohledově čistý, upevňovací šrouby vystupují na povrch. Montáž a seřízení ve směru X je jednoduché a jednoznačné.

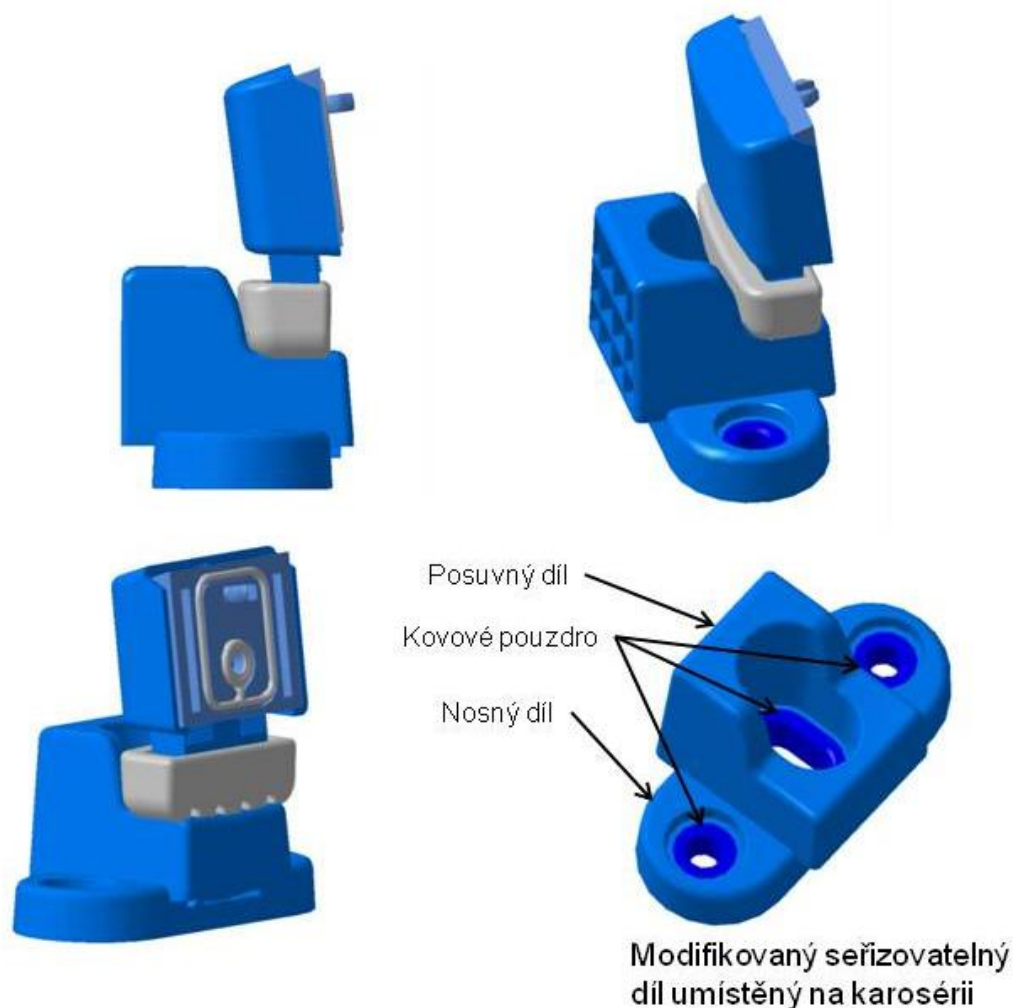
### 10.6.1. Doraz kombinovaný posuvný

Tento návrh kombinuje použití seřizovatelné části čelního dorazu s částečnou boční opěrou z vozu VW Passat Variant a nového upraveného bočního dorazu.

Seřizovatelná část VW dorazu čelního je umístěna na boku vnitřního plechu zadního víka v místě zadního skupinového světla. Pohyb dorazu vymezuje výrobní tolerance ve směru X  $\pm 4,2$  mm.

Nový doraz vznikl upravením posuvného dílu klínového dorazu. Z původního dorazu byla převzata základová deska a tři kovová pouzdra pro dotažení připevňovacích šroubů. Možnost posuvu  $\pm 2,8$  mm v drážce zůstala nezměněna. Doraz je možné přišroubovat do dna těsnicího kanálu v místě krytu zadního skupinového světla. Nový tvar opěrného dílu je ve tvaru písmene L. Modifikovaný díl vytváří pevnou plochu pro čelní doraz a současně seřizovatelnou opěrnou plochu pro

boční opěru. Těsnění dílu umístěného v těsnícím kanále je řešeno pomocí neprůchozích nýtovacích matic, do kterých je díl přišroubován.



Obr. 10.6 Sestava dorazu kombinovaného posuvného

### 10.6.2. Hodnocení dorazu kombinovaného posuvného

Tento systém slučuje funkci čelního a bočního dorazu. Umožňuje dostatečné seřízení ve směrech X a Y. Upevnění dorazu na dolní plochu vodního kanálu nevyžaduje dodatečnou výztuhu, ale klade vysoké nároky na utěsnění dílu. Navržené neprůchozí nýtovací matice tento požadavek splňují.

Umístění dorazu do oblasti zadního skupinového světla umožní zakrytí nefunkčních částí krytem světla. Viditelná bude pouze ta část dorazu, na kterou přímo dosedá čelní doraz. Montáž a seřízení dorazu není komplikovanější než u



stávajícího systému Škoda. Proti předchozím návrhům je zde použito největší množství šroubových spojení.

## 11 Výběr nejvhodnější varianty

Z uvedených návrhů je třeba vybrat variantu, která nejvíce vyhovuje daným technickým požadavkům. Pro výběr nejvhodnější varianty je použita metoda přidělování bodů v závislosti na splnění dílčích kritérií. Každé hodnotící kritérium má přiřazenu relativní váhu podle důležitosti splnění.

Pro přehlednost splnění konstrukčních požadavků jednotlivých návrhů byla vytvořena následující tabulka (Obr. 11.1).

Přehledová tabulka plnění kritérií	Současné řešení	Doraz klínový kombinovaný s excentrickým	Doraz klínový kombinovaný s posuvným	Doraz dvojitý klínový	Doraz čelní s částečnou boční opěrou	Doraz posuvný s tvarovou dosedací plochou	Doraz kombinovaný posuvný
Rozsah seřízení v ose X [ mm ]	±3	±3	±2,8	±1,2	±4,2	±4,5	±4,2
Rozsah seřízení v ose Y [ mm ]	±0,5	±0,5	±0,5	±2,8	-	-	±2,8
Postup seřizování	Ručně	Ručně	Automaticky	Ručně	Automaticky	Automaticky	Automaticky
Sjednocení funkce dorazů	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Počet šroubových spojů [ ks /vůz ]	8	6	6	4	4	6	8
Počet nových dílů [ ks ]	0	3	2	5	0	0	1
Počet všech dílů [ ks ]	9	6	7	7	6	4	10
Místo upevnění na víku	Plocha X, Y	Plocha Y	Plocha Y	Plocha Y	Plocha Y	Plocha Y	Plocha Y
Místo upevnění na karosérii	Plocha X, Y	Plocha Y	Plocha Y	Plocha X	Plocha Y	Plocha Y	Plocha X
Velikost dosedací plochy [ mm ]	74 x 34	52 x 34	69 x 34	74 x 34	38 x 30	62 x 52	74 x 34

Obr. 11.1 Přehled plnění dílčích kritérií

Navržené varianty byly porovnávány se současným standardně používaným řešením – doraz čelní pryžový a klínový boční doraz.

Podle splnění dílčích požadavků byly jednotlivým návrhům přiděleny body od 0 až po max. 5 bodů. 0 bodů nevyhovující, 5 bodů dokonale plní požadavek. Porovnávané současné řešení je považováno za referenční s průměrným počtem bodů.

Podle splnění dílčích požadavků byly jednotlivým návrhům přiděleny body od 0 až po max. 5 bodů. 0 bodů nevyhovující, 5 bodů dokonale plní požadavek.

Porovnávané současné řešení je považováno za referenční s průměrným počtem bodů.

Jednotlivá kritéria mají přidělenou relativní váhu podle důležitosti jejich splnění. Součet vah všech dílčích kritérií je 1 (Obr. 11.2).

	Relativní váha	Současné řešení		Doraz klínový kombinovaný s excentrickým		Doraz klínový kombinovaný s posuvným		Doraz dvojité klínový		Doraz čelní s částečnou boční opěrou		Doraz posuvný s tvarovou dosedací plochou		Doraz kombinovaný posuvný	
		Body	Součin	Body	Součin	Body	Součin	Body	součin	Body	Součin	Body	Součin	Body	součin
Rozsah seřízení v ose X	0,15	5	0,75	5	0,75	4	0,6	1	0,15	5	0,75	5	0,75	5	0,75
Rozsah seřízení v ose Y	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	5	0,75	0	0	0	0	5	0,75
Postup seřizování	0,1	3	0,3	3	0,3	5	0,5	4	0,4	5	0,5	5	0,5	5	0,5
Sjednocení funkce dorazů	0,1	0	0	5	0,5	5	0,5	5	0,5	3	0,3	3	0,3	5	0,5
Počet šroubových spojů	0,1	3	0,3	4	0,4	4	0,4	5	0,5	5	0,5	4	0,4	3	0,3
Počet nových dílů	0,1	5	0,5	2	0,2	3	0,3	0	0	5	0,5	5	0,5	4	0,4
Počet všech dílů	0,1	3	0,3	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	5	0,5	2	0,2
Místo upevnění na víku	0,1	1	0,1	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5
Místo upevnění na karosérii	0,05	4	0,2	3	0,15	3	0,15	5	0,25	3	0,15	3	0,15	5	0,25
Velikost dosedací plochy	0,05	3	0,15	3	0,15	1	0,05	3	0,15	4	0,2	1	0,05	3	0,15
Celkem	1	2,75		3,5		3,55		3,6		3,8		3,65		4,3	

Obr. 11.2 Bodovací tabulka podle splnění dílčích kritérií

V praxi má při výběru velkou váhu celková cena. Korektní cenové ohodnocení návrhů nebylo možné provést z důvodu velmi krátké doby na výběr řešení. Pro určité zohlednění cen jsou při výběru nahrazeny investice do nářadí počtem nových dílů a jednicová cena počtem všech dílů.

Vítězným návrhem je doraz kombinovaný posuvný, který výborně plní požadavky na rozsah seřízení a zástavbu dílů na víko a karosérii. Velkou výhodou je také pouze jeden nově vyvíjený díl, což má pozitivní dopad na rizika spojená s funkcí a náklady na vývoj. Nedostatkem vítězného návrhu je poměrně velký počet dílů a šroubových spojení.

## 12 Ověření konstrukce

Po rozhodnutí nasadit na nově vyvíjený vůz inovovaný doraz kombinovaný posuvný, se musí zejména prověřit, zda nový systém dorazu je schopen plnit předpokládanou funkci a zda vydrží po celou dobu životnosti vozu. 3D model dorazu, který byl použit pro zástavbu okolních dílů a výrobu prototypů, byl také předán výrobcí stávajícího klínového dorazu k posouzení vyrobiteľnosti a byl také použit pro konstrukční FMEA.

### 12.1.FMEA

Zkratka FMEA znamená Failure Mode and Effect Analysis v českém překladu analýza chyb a jejich účinků.

Tato metoda představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizika a návrh a realizaci opatření vedoucích ke zlepšení kvality návrhu. Je to velice efektivní a účinná metoda plánování a zlepšování kvality. Cílem je předejít chybám před jejich vznikem. FMEA je konstrukční nebo procesní.

Na inovovaný systém dorazů byla provedena konstrukční FMEA (Obr. 12.1). Všichni účastníci byli z vývojového oddělení Škoda Auto.

Ze závěrů FMEA byli stanoveny úkoly k prověření konstrukce, které nejsou obsaženy ve standardním plánu zkoušek.

- ověřit, zda dosedací doraz VW vydrží zatížení ve směru osy Y,
- ověřit, zda nový systém dorazů dostatečně tlumí vibrace,
- ověřit postup a velikost nastavení dorazů,
- při simulaci životnosti vozu prověřit vzájemné chování dílů.





Název FMEA			Zpracovatel			Datum konání FMEA					FMEA-Typ						
Doraz nastavovací kombinovaný			Moderace a zápis			2.6.2008					Konstrukční						
Předmět FMEA			Zodpovědná oblast			FMEA-Stav					Datum poslední změny						
3T9 827 240 A						Konstrukční											
FMEA Tým																	
Jan Kouřil			Zdeněk Franc			Pavel Kneifl					Josef Karásek						
Funkce	Možná chyba	Možný důsledek	Možná příčina vady	Vznik	Význam	Odhalení	Možné riziko	Navržené opatření	Odpovědnost	Termín	Provedená opatření	Vznik	Význam	Odhalení	Možné riziko		
Poškození dorazu	Prasknutí dorazu na viku	Ztráta funkce	Neuměrně velké zatížení během provozu	8	10	5	400	Pevnostní kontrola dílů	Oddělení konstrukce	3 měsíce	Vyhovělo	1	10	5	50		
	Poškození pryžové části	Zmenšení tlumicí schopnosti	Nesprávné nastavení	3	5	8	120	Projednáni postupu nastavení na jednání SET	Oddělení konstrukce	4 měsíců	Upřesnění předpisu nastavení v montážních listech	1	5	8	40		
	Prasknutí dorazu na karosérii	Ztráta funkce	Technologie výroby	2	10	2	40	Konzultace s dodavatelem	Oddělení kvality	6 měsíců		1	10	2	20		
Upadnutí dorazu	Povolení šroubu na karosérii	Ztráta funkce	Deformace upevňovací plochy	3	4	8	96	Sledování prototypových vozů	Oddělení konstrukce	Průběžně	Optimalizace nýtovací matice	1	8	8	64		
	Povolení šroubu na zadním víku	Ztráta funkce	Ztráta utahovacího momentu	8	4	3	96	Pojištění šroubu tmelem, sledování prototypových vozů	Oddělení konstrukce	Průběžně	Tmel nanesený na šroubu pro doraz na viku	1	4	3	12		
Nastavení kontaktních ploch	Mezera mezi kontaktními plochami	Zmenšení tlumicí schopnosti	Nesprávné nastavení	2	5	8	80	Projednáni postupu nastavení na jednání SET	Oddělení konstrukce	4 měsíce	Upřesnění předpisu nastavení v montážních listech	1	5	8	40		
Tlumení vibrací	Nedostatečné tlumení vibrací vika	Hlukové projevy a opotřebení těsnění	Nevhodný systém dorazů	10	6	5	300	Měření kmitání při jízdním zatížení	Oddělení konstrukce	Průběžně	Upřesnění velikosti předpětí dorazu	3	6	5	90		

Obr.12.1 Zápis z jednání konstrukční FMEA

## 12.2.Zkouška životnosti

Z důvodu nového řešení byl požadavek, na co nejrychlejší ověření vybraného systému. Standardně probíhá zkouška funkce dílů na prototypových vozech, ale v tomto případě bylo rozhodnuto provést předběžnou zkoušku simulace životnostního zatěžování, tak aby se případné nedostatky mohly zohlednit již na prototypových vozech.

Nový díl dorazu byl vyroben metodou Rapid prototyping z pryskyřice. Tvar tohoto dílu odpovídá zadaným datům. Kvalita ploch byla horší, proto byla kontaktní místa dodatečně zabroušena. Díl byl zastavěn na vůz Fabia Combi (Obr. 12.2) do dna těsnicího kanálu v místě zadního světla. Takto upraveným vozem byla

provedena statická životností zkouška zavírání víka. Zkouška měla za cíl ověřit tlumicí schopnost a vzájemné silové působení dílů.



Obr. 12.2 Prototypový díl dorazu kombinovaného posuvného namontovaného na voze Fabia Combi před zkouškou

Výsledek zkoušky byl hodnocen pozitivně. Při zavírání víka nedocházelo k jeho propružení a nebyla negativně ovlivněna zavírací rychlost víka. Kontrola na kolize dílů byla negativní. Nebyly poškozeny nosné díly dorazů. Při zkoušce došlo k opotřebení pryžové dosedací části (Obr. 12.3), což bylo přičteno na vrub prototypovému materiálu dílu a příliš velkému předpětí ve směru Y.



Obr. 12.3 Čelní doraz posuvný po životnostní zkoušce, poškozená pryžová kontaktní plocha

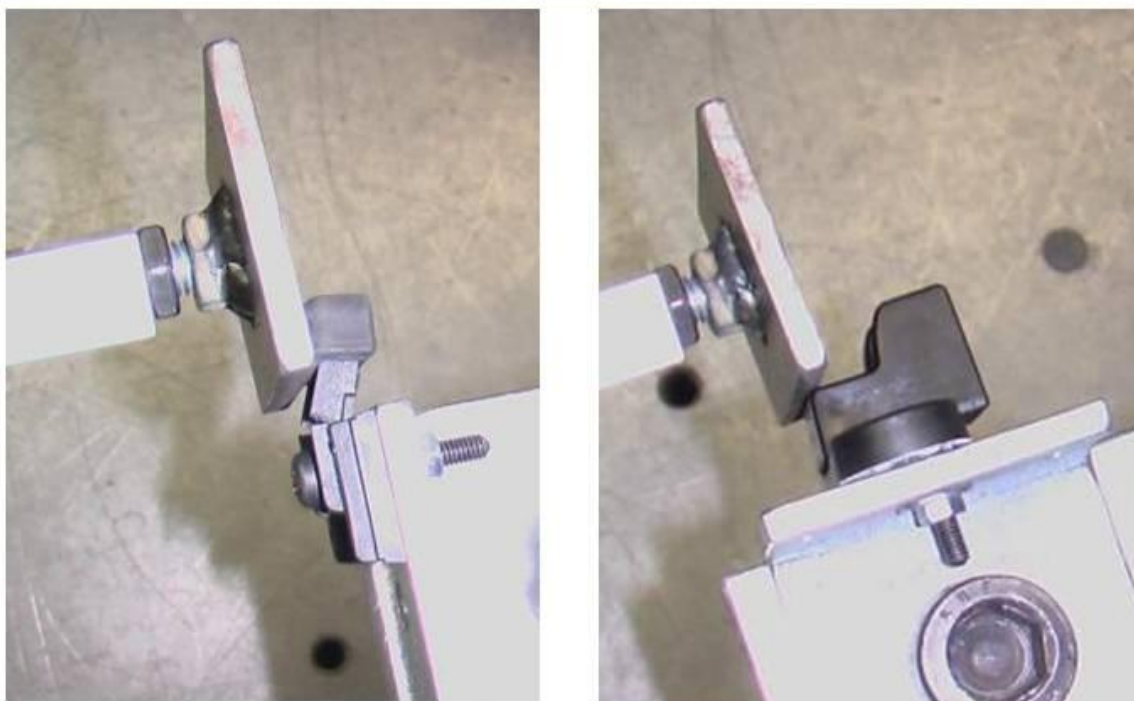
## 12.3. Zkouška pevnosti

Ověření pevnosti dílů nebylo provedeno výpočtem z důvodu nepřesnosti, ale pomocí destrukční zkoušky. Na systému dorazu byla definována 2 možná slabá místa.

Na již existujícím čelním dorazu VW je první možná slabina v působení síly ve směru Y na pryžovou opěrnou plochu. Tento doraz byl navržen a dosud používán především na zatěžování ve směru X.

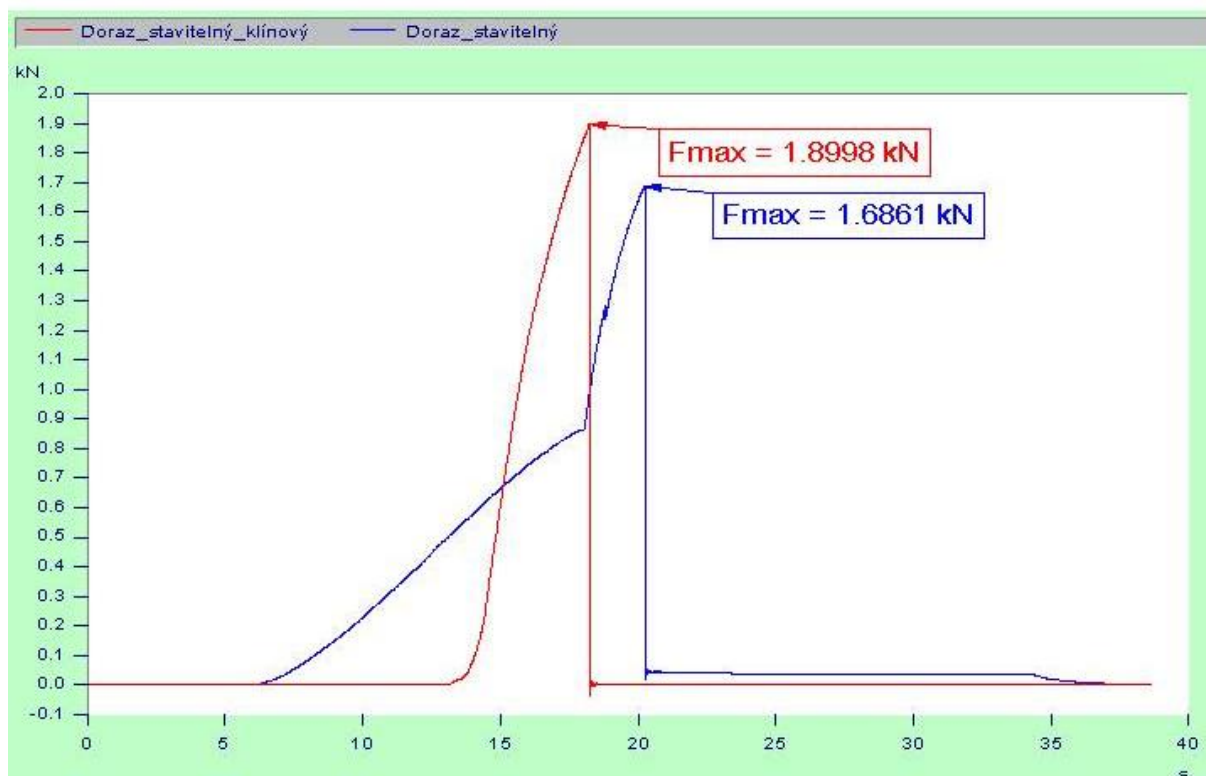
Nově navržený díl má nejslabší místo také ve směru Y. Ve směru osy X je doraz přitlačen k těsnicímu kanálu.

Vybrané rizikové oblasti byly odzkoušeny na prototypových dílech na zkušebně (Obr. 12.4.). Nový díl dorazu byl vyroben ze sériového materiálu v prototypové formě. Díly byly postupně upnuty na pevnou desku a pomocí hydraulického válce byla plynule vyvozena síla až do destrukce dílu.



Obr. 12.4 Zkouška pevnosti dorazu kombinovaného posuvného

Síla potřebná na zlomení dorazu čelního dorazu VW byla naměřena v bočním směru 1,68 kN. Na zlomení nového posuvného dorazu ve směru Y byla potřebná síla 1,9 kN (Obr. 12.5).



Obr. 12.5 Výsledný graf zatěžování inovovaného systému dorazů v bočním směru

Skutečné zatížení přenášené na doraz není známé. Podle výpočtů v kapitole 6. je zatěžování dorazů řádově nižší než zjištěná pevnost dílů.

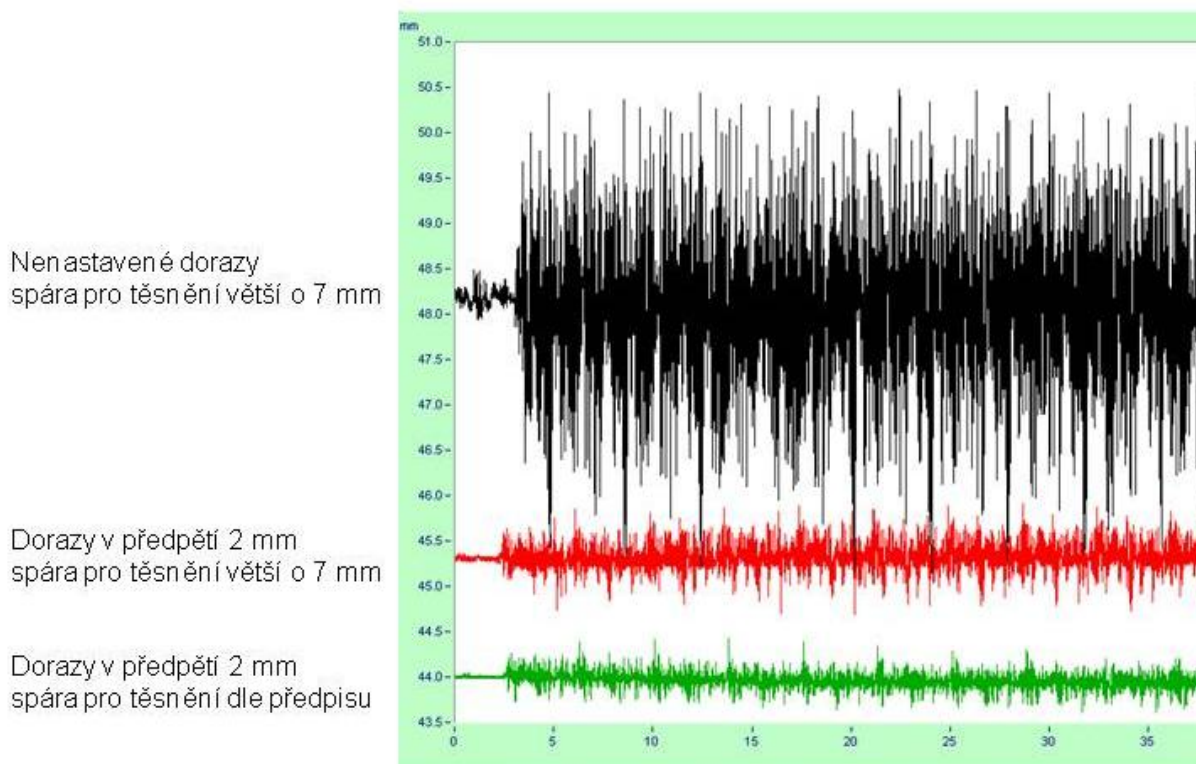
Zkoušku pevnosti dorazů hodnotíme jako vyhovující. Případné poškození dílů bude dále sledováno chování dílů při životnostech zkouškách vozu.

## 12.4. Tlumení vibrací

Ověření funkce dorazu na tlumení vibrací bylo provedeno na prototypovém voze na trati zkušebního polygonu. Na zadní víko a karosérii do oblastí dolního rohu byly namontovány laserové snímače vzdálenosti. Zkušební trať byla projížďena konstantní rychlostí a stejným řidičem. Během jízdy byly snímány pohyby víka zaznamenávané do grafu (Obr. 12.6.). Byly zkoušeny různé velikosti předpětí dorazu ve směru X a Y. Při těchto zkouškách zároveň probíhalo ověření postupu montáže a seřízení obou dorazů.

Porovnáním grafů kmitání, zvukových projevů při otevírání, měření zavíracích rychlostí a vnějšího lícování víka bylo vybráno kompromisní nastavení předpětí. Toto nastavení je pro každý vůz jiné.





Obr. 12.6 Ukázka grafu kmitání zadního víka ve směru osy X  
v závislosti na nastavení dorazů a velikosti spáry pro těsnění

V průběhu vývoje bylo na základě pozitivních výsledků zkoušek rozhodnuto o použití inovovaného systému dorazu na voze Yeti, který je termínově před plánovanou sériovou výrobou vozu Superb Combi. Na voze Yeti byl původně standardní systém dorazů Škoda tj. doraz pryžový čelní a boční klínový doraz. Měření kmitání bylo prováděno také na tomto voze s původním a s inovovaným systémem dorazů. Porovnáním výsledků bylo zjištěno, že použitím nového systému dorazů dojde ke zmenšení kmitání ve směru X o 46% a ve směru Y o 14%.

## 12.5. Jízdní zkoušky

Všechny prototypové vozy, s kterými je prováděna životnostní jízdní zkouška, jsou pravidelně prohlíženy a vzniklé problémy řešeny.

Z těchto zkoušek bylo připomínkováno opotřebení pryžové kontaktní plochy v bočním směru. Ze zkoušek vyplynulo, že inovovaný boční doraz nesmí být předepnut ve směru Y. Seřízení tohoto dorazu má být, tak jako u stávajícího bočního dorazu klínového, pouze na dotyk.

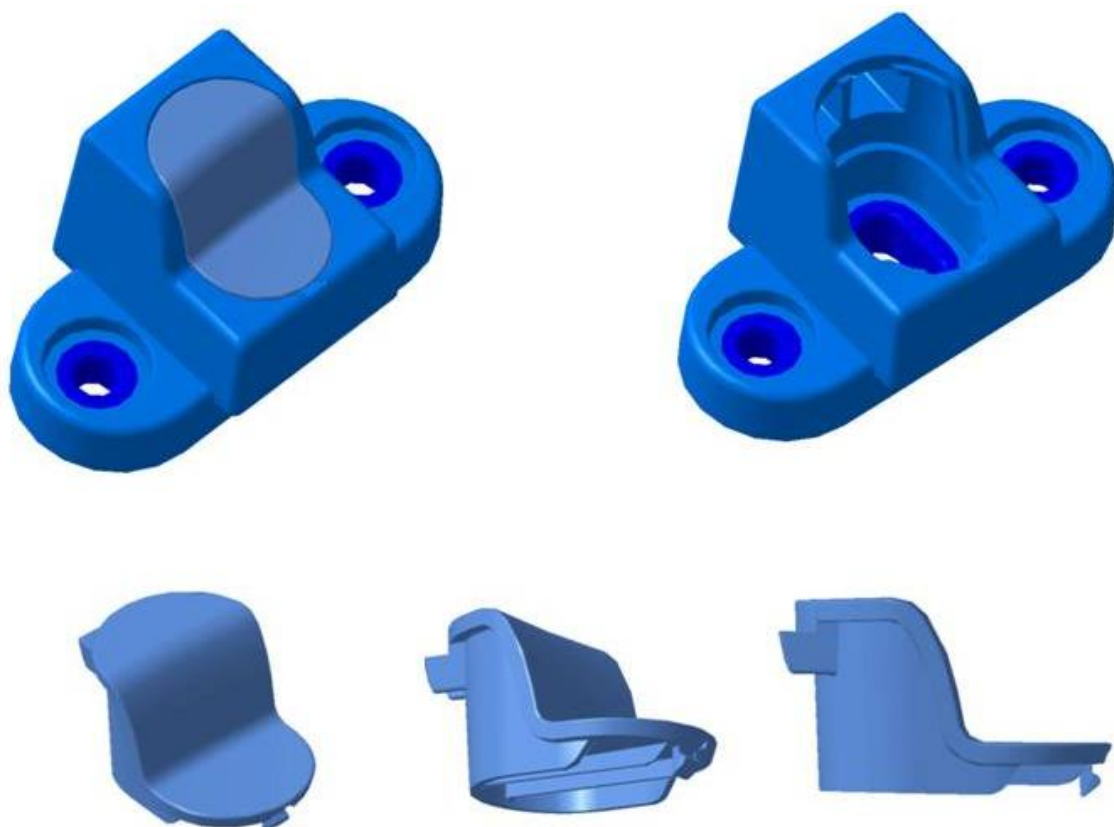
## 13 Změna inovovaného dílu

Na základě připomínek ze zkoušek vozu na zvýšené opotřebení pryžového dílu a z důvodu dalšího zmenšení kmitání a zlepšení vzhledu bylo rozhodnuto doplnit inovovaný kombinovaný doraz o krytku, která vyplní prostor středního šroubu na díle dorazu upevněném na karosérii. Tím dojde ke zvětšení kontaktní plochy obou dílů.

Požadavky na krytku otvoru pro šroub byly především:

- zaručená funkce,
- omezený prostor pro montáž a demontáž,
- malé montážní síly a přitom dostatečné demontážní síly,
- malý rozsah změn na již vyráběném nářadí posuvného dílu.

Na doplnění krytu středního šroubu a změnu posuvného inovovaného dílu byl vydán návrh změny, který byl schválen. V současné době je platný stav dílu s krytkou pro sériovou výrobu na obr. 13.1.



Obr. 13 Doplnění krytky šroubu, konečný stav inovovaného kombinovaného dorazu

## 14 Závěr

V diplomové práci byl uveden postup inovace systému dorazu zadního víka automobilu Škoda. Postup vývoje dorazu odpovídal standardnímu vývojovému procesu ve společnosti Škoda Auto a.s.

Byl popsán systém dorazů doposud používaný a porovnán se systémy ostatním automobilů. Na základě vytvořeného mechanického modelu byl proveden rozbor vlivu polohy a síly plynové podpěry na rychlost zavírání zadního víka. Na nový systém byly definovány hlavní konstrukční požadavky, na jejichž základě došlo k vytvoření návrhů konstrukční zástavby. Z navržených principů byl metodou přidělování bodů vybrán návrh nejvíce splňující konstrukční zadání. Vybraná varianta systému dorazu byla detailně propracována a vyzkoušena na prototypch. Podle výsledků zkoušek životnosti nepředpokládáme problém s pevností a opotřebením dílů. Na sledovaném voze došlo také vlivem inovovaného systému dorazu k vyřešení poškození těsnicí plochy na víku.

Veškeré náklady spojené s inovací dorazu byly hrazeny v rámci vývoje automobilu Superb Combi vývojovým oddělením Škoda Auto a.s.

Z důvodu velkého počtu dílů doporučujeme pokračovat dále v inovaci dorazu a zaměřit se na zmenšení počtu dílu a montáže. Měl by být inovován nosný díl, který je společný pro stávající klínový a pro nový doraz.

V současné době je nový doraz již sériově vyráběn a nasazen na voze Škoda Yeti. Inovovaný systém předpokládáme použít i na dalších nově vyvíjených vozech. Druhým vozem, na kterém se tento systém dorazů objeví, bude Superb Combi.